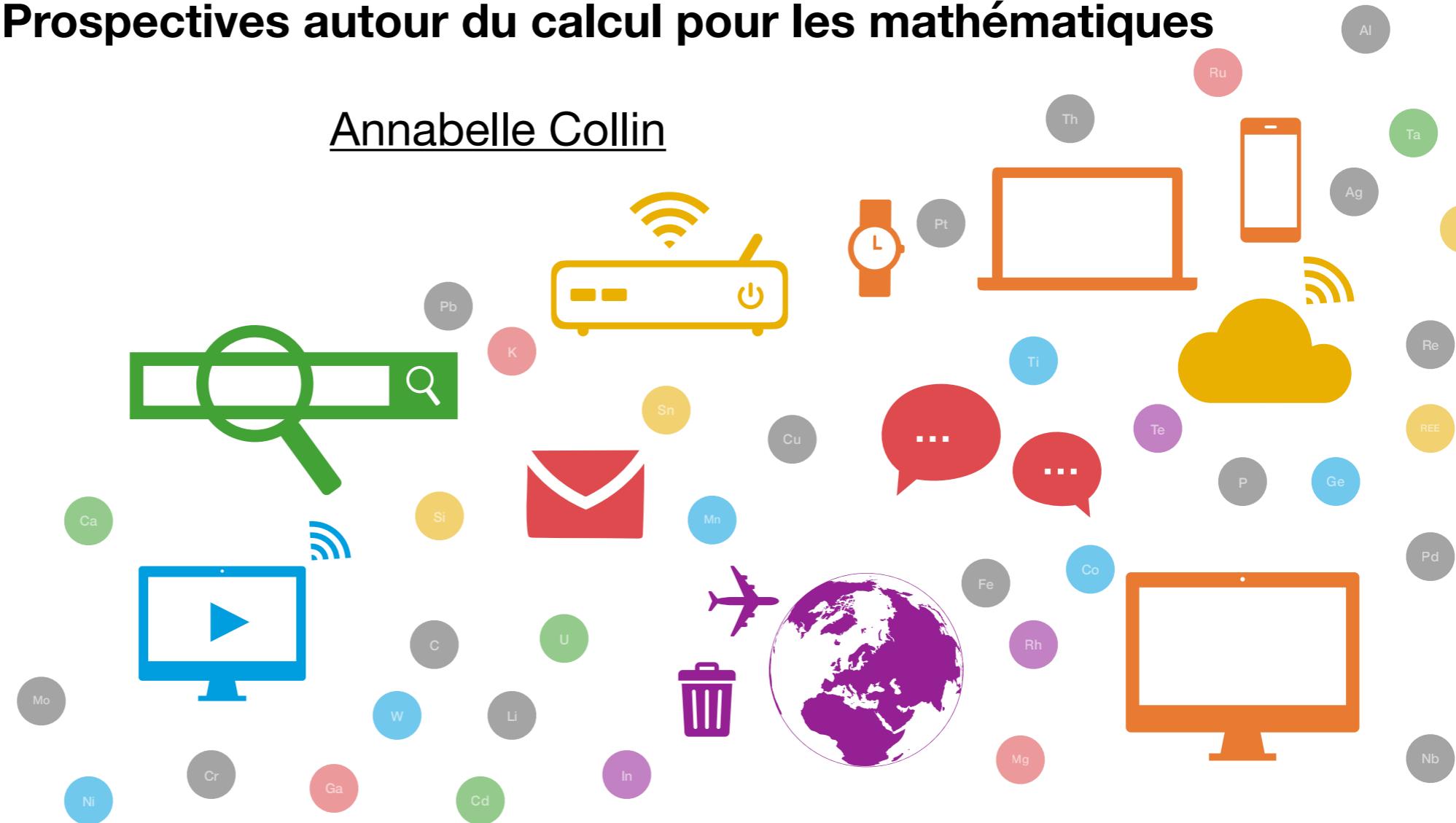


CRISES ENVIRONNEMENTALES ET NUMÉRIQUE

Journée : Prospectives autour du calcul pour les mathématiques

Annabelle Collin



Nantes
Université



Laboratoire de
Mathématiques
Jean Leray

 **EcoInfo**
Groupe de service
www.ecoinfo.cnrs.fr

Plan de la présentation

- **Crise Écologique**
 - Introduction **rapide** aux problématiques avec quelques ordres de grandeur
 - Quantifier les causes
- **Ecologie et numérique**
 - Impacts directs et indirects
 - Les actions

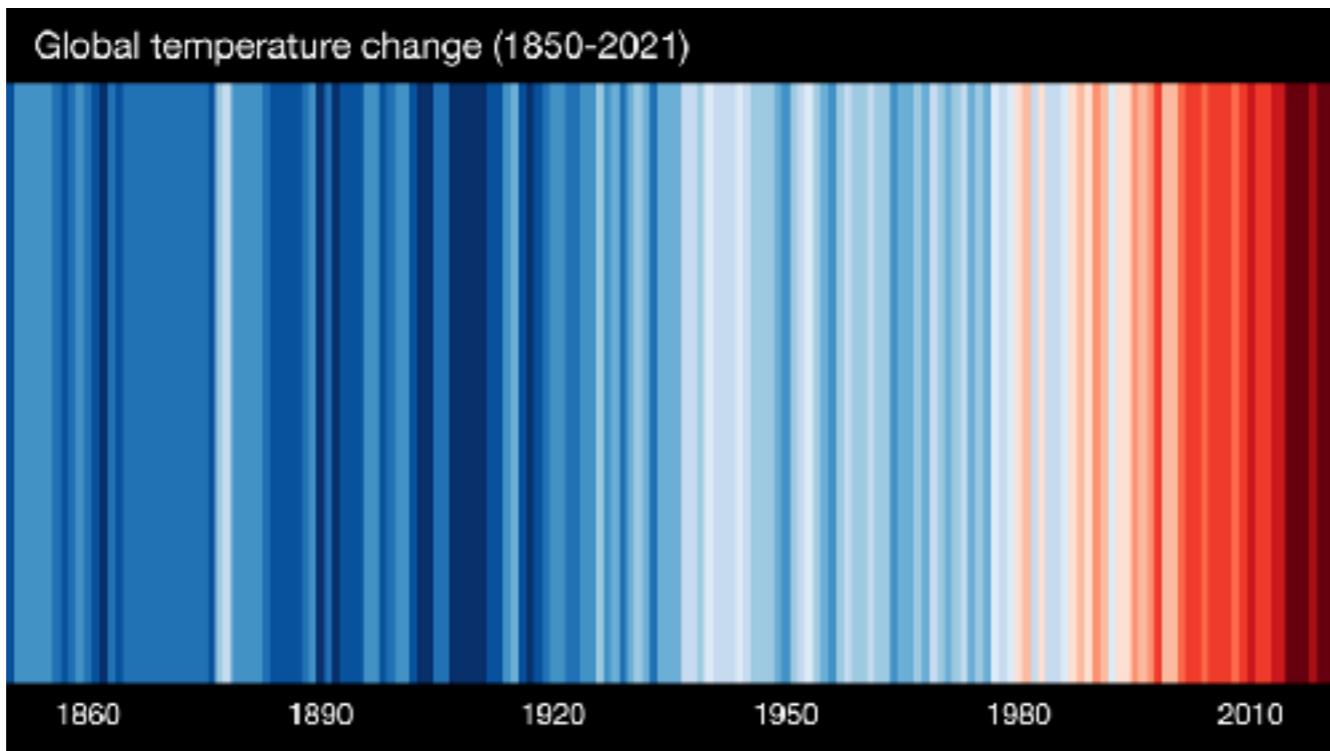
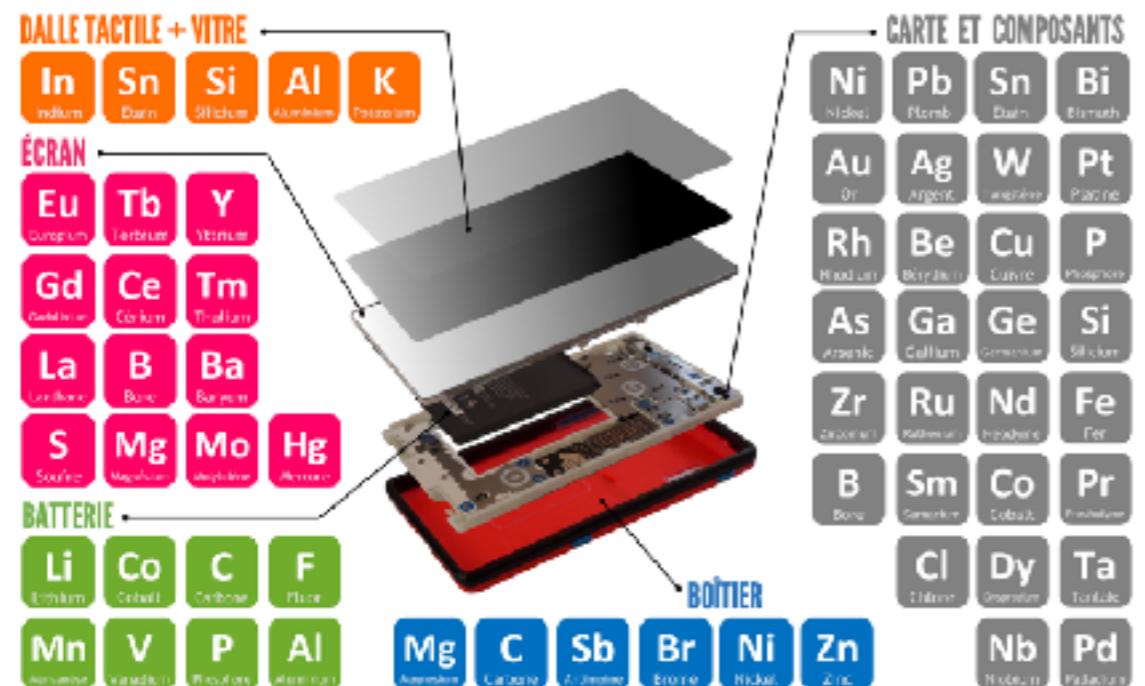


Plan de la présentation

- **Crise Écologique**
 - Introduction **rapide** aux problématiques avec quelques ordres de grandeur
 - Quantifier les causes
- **Ecologie et numérique**
 - Impacts directs et indirects
 - Les actions



Quelles sont les crises environnementales en cours ?



Réchauffement climatique : Effet de serre

Quelle serait la température moyenne de la Terre sans effet de serre ?

Et quelle est-elle ?



Sans effet de serre



La vie grâce à l'effet de serre



Déséquilibre ...

Réchauffement climatique : Le GIEC

- Le **GIEC** : Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat
 - en anglais : IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change)
 - créé en 1988 à l'ONU à la demande du G7
 - 195 pays membres
 - Synthèse des travaux **existants**
- Les rapports : 5 rapports publiés depuis 1990 + rapports spéciaux
- AR1 (1990) : Extrait :

Nous sommes certains que :

- Il y a un effet de serre naturel qui maintient la terre à une température plus élevée qu'elle ne le serait autrement.
- Les activités humaines augmentent fortement les concentrations atmosphérique en **GES**. Cela va provoquer une **augmentation de la température**.

Nous calculons avec un bon degré de confiance que :

- Certains gaz ont un effet de serre plus importants que les autres, le CO₂ est l'un des principaux.

En se basant sur les modèles actuels, nous prévoyons :

- Une augmentation de la température globale **d'environ 1°C d'ici 2025**.

- AR6 (2022) : Extrait :

La température de surface globale était de 1,09 [0,95 à 1,20] °C plus élevée en 2011-2020 qu'entre 1850 et 1900, avec des augmentations plus importantes sur la terre (1,59 [1,34 à 1,83] °C) qu'au-dessus de l'océan (0,88 [0,68 à 1,01] °C).

Sources : [Ministère de l'énergie](#) - Site du [GIEC](#) - [Dernier rapport du GIEC](#)

Annabelle Collin (Nantes Université)



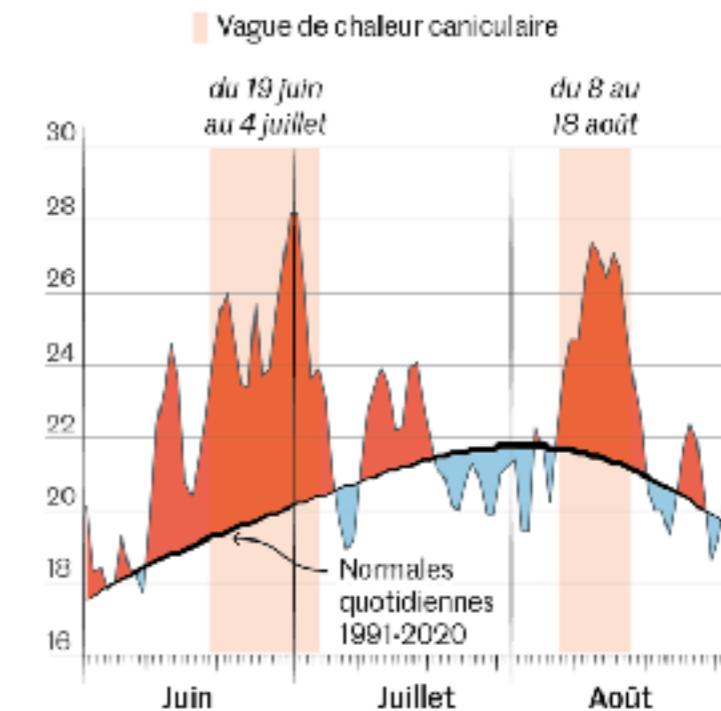
Importance des éléments de language !

Réchauffement climatique : quelques *PREMIÈRES* conséquences

CONSÉQUENCES POUR LA FRANCE
Carte des impacts observés ou à venir d'ici 2050



Evolution des températures en France
durant l'été 2025*, en degrés Celsius



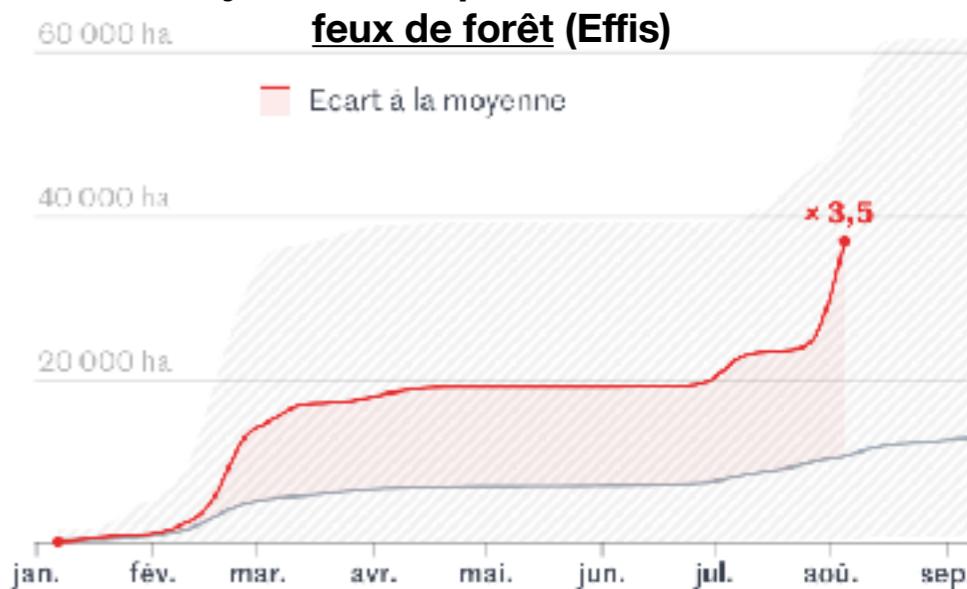
* Indicateur thermique : moyenne des températures
de 30 postes, de jour comme de nuit

Infographie Le Monde

Source : Météo-France

Niveau de forêts brûlées en France au 5 août 2025
Source : Système européen d'information sur les feux de forêt (Effis)

Incendie Bassin d'Arcachon Gironde été 2022



Effondrement de la biodiversité - IPBES

- Le "Giec de la biodiversité" : Plateforme intergouvernementale scientifique et politique sur la biodiversité et les services écosystémiques :
 - en anglais : IPBES (Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services)
 - créé en 2012
 - 124 pays membres (début 2016)
 - Synthèse des travaux **existants**
- Premier rapport publié en 2019

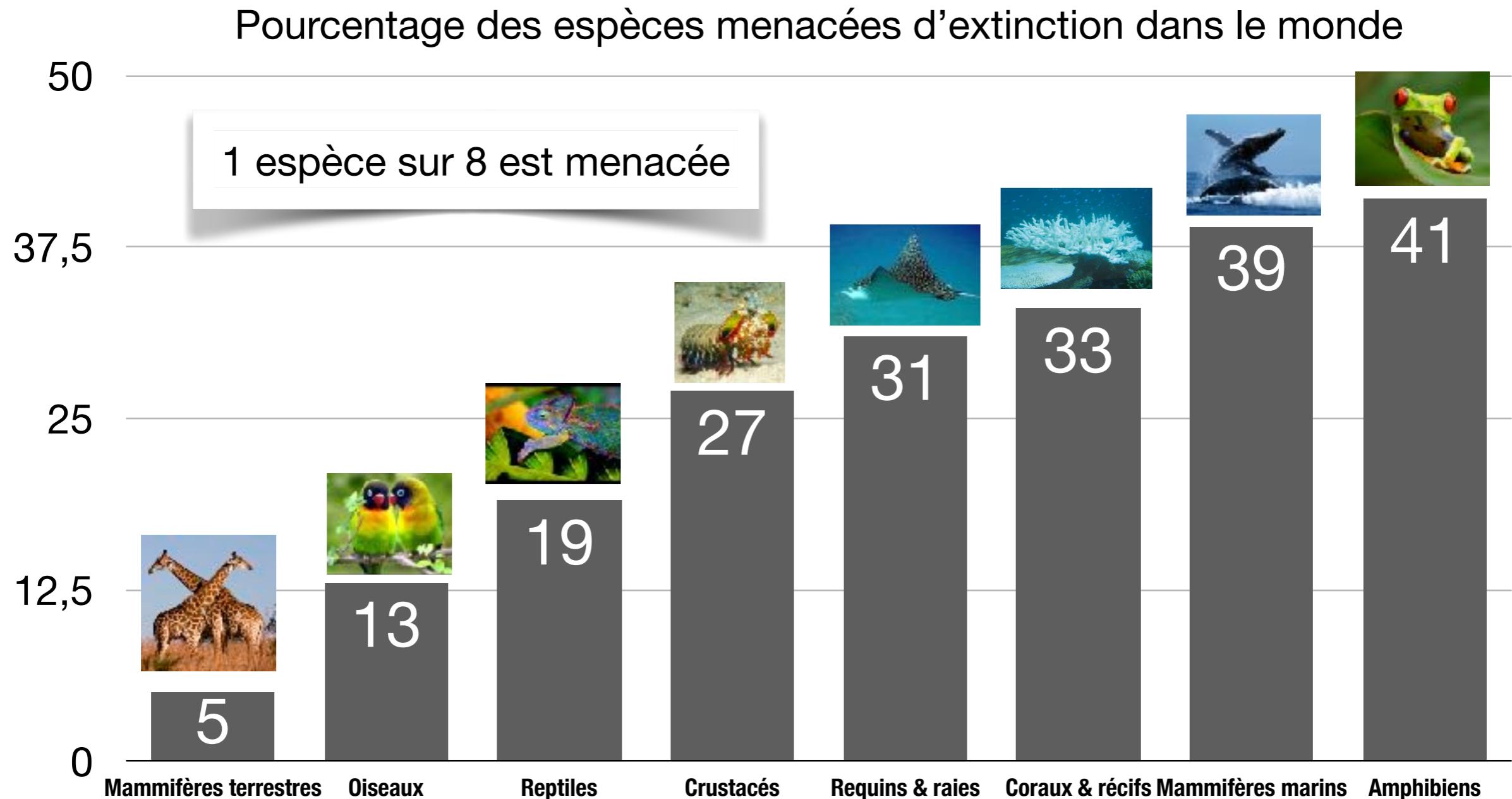


Ce rapport est basé sur 15 000 études scientifiques et rapports gouvernementaux.

Publié le 6 mai 2019, il lance une alerte majeure concernant la perte de **biodiversité**, affirmant que « la santé des écosystèmes dont nous dépendons, comme toutes les autres espèces, se dégrade plus vite que jamais » et que « un million d'espèces animales et végétales – soit une sur huit – risquent de disparaître à brève échéance ».

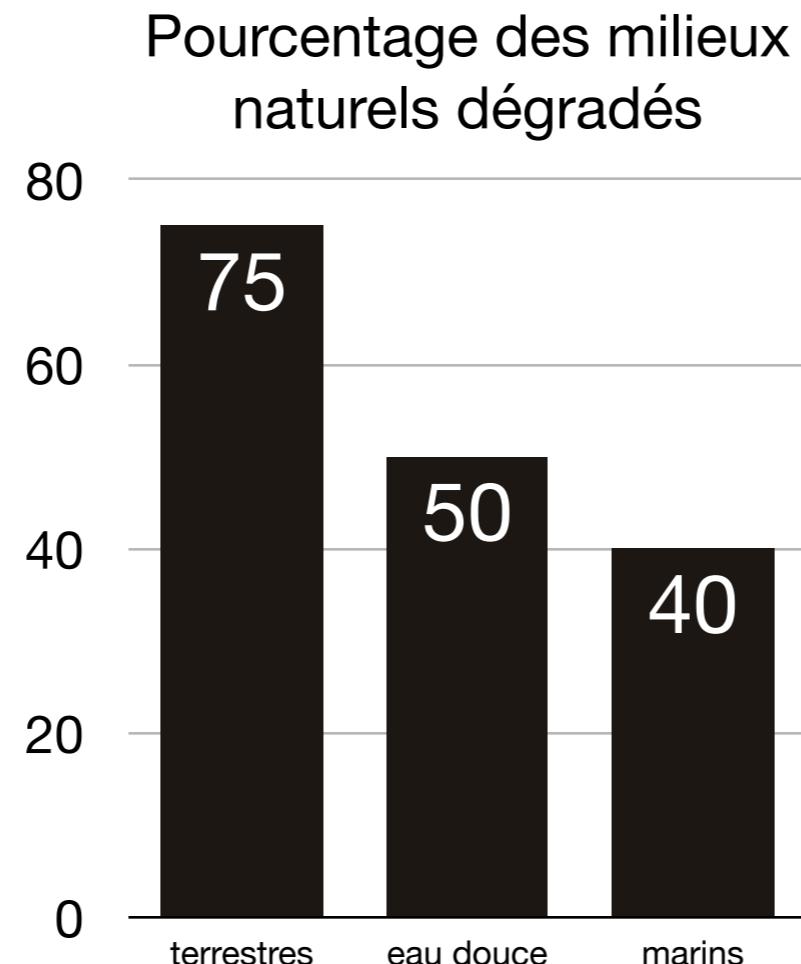
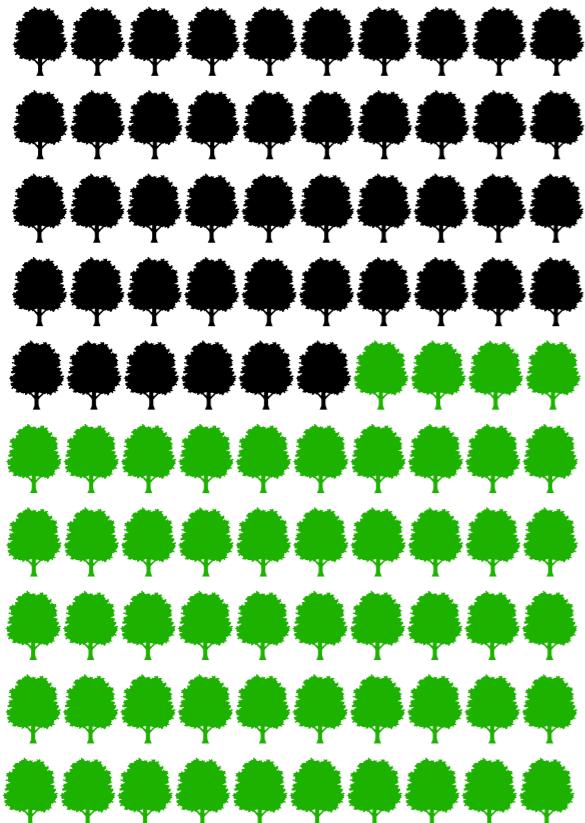
Source : Wikipedia

Effondrement de la biodiversité - IPBES



Source : IPBES - Agence Française pour la Biodiversité - <http://www.2hcreations.net/memorium/liste.html>

Effondrement de la biodiversité - IPBES



Depuis la préhistoire, la biomasse de mammifères sauvages a diminué de

82%

Le bétail représente aujourd'hui

90%

de la biomasse de grande faune terrestre



Crédit : Damourette / Coeurs de Nature / SIPA

Source : IPBES - Agence Française pour la Biodiversité - <http://www.2hcreations.net/memorium/liste.html>

Effondrement de la biodiversité - IPBES

5 causes majeures :

- Changements d'usage des terres et des mers
- Pillage des ressources naturelles
- Effet domino du changement climatique
- Pollution des eaux, sols, air
- Envahissement par des espèces exotiques



Et des causes indirectes

- Démographie croissante (population mondiale a doublé depuis 50 ans)
- Mondialisation (déplacement des biens et des personnes)
- **Technologies gourmandes** (nouvelles technologies pèsent sur l'énergie, les ressources et les GES)
- Gouvernances inadaptées (croissance infinie dans un monde limité)



Source : [IPBES - Agence Française pour la Biodiversité](http://www.2hcreations.net/memorium/liste.html) - <http://www.2hcreations.net/memorium/liste.html>

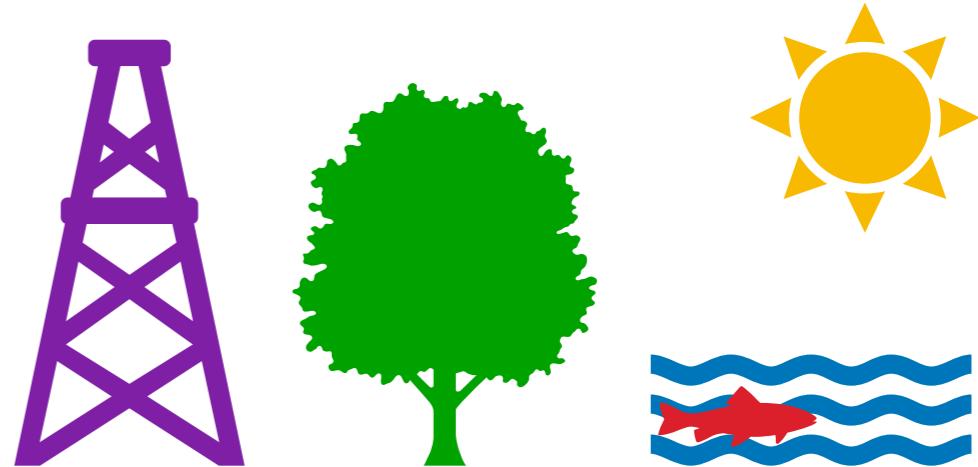


Surexploitation des Ressources Naturelles

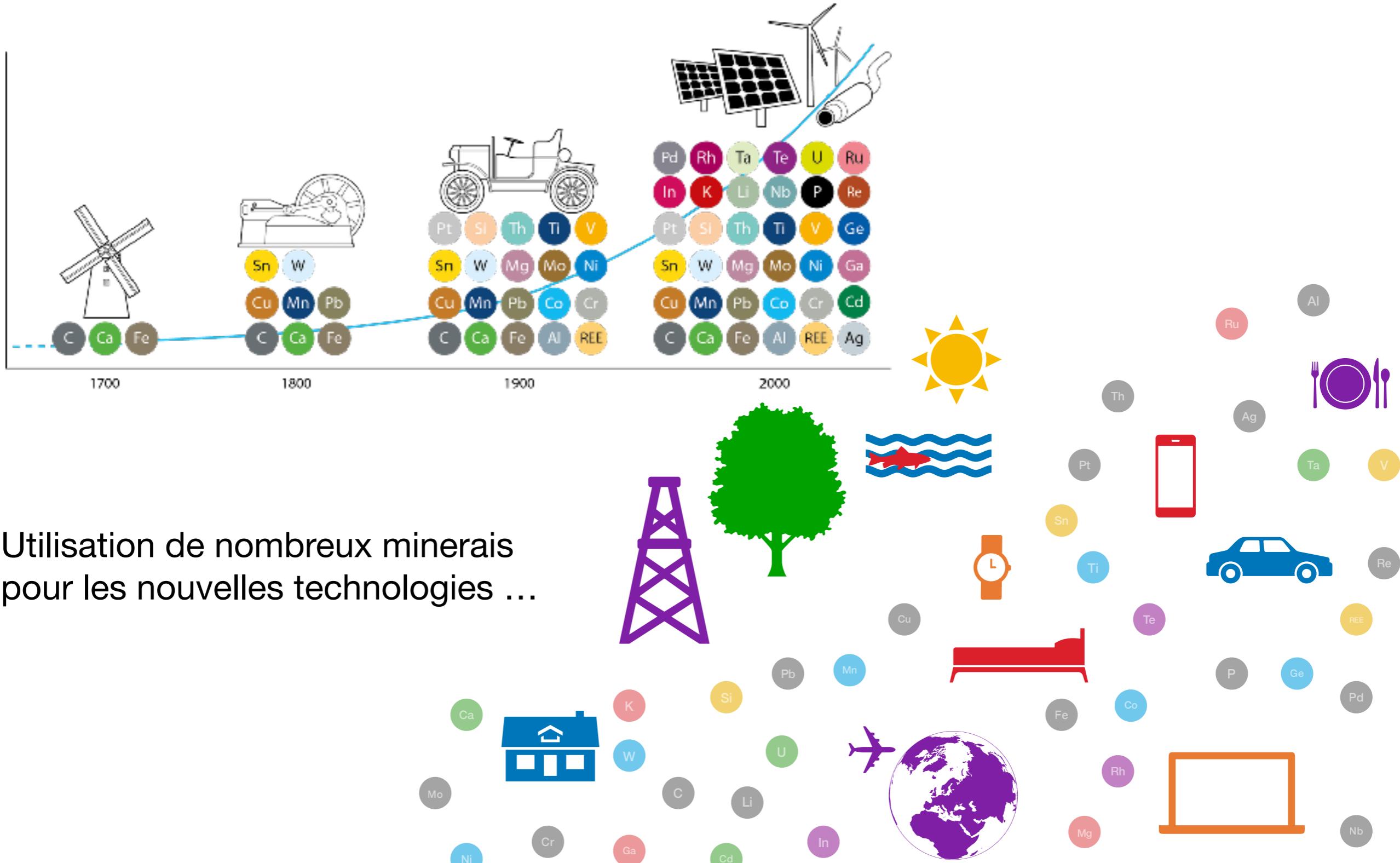
Une ressource naturelle est une substance, un organisme, un milieu ou un objet **présent dans la nature**, sans action humaine, et qui fait, l'objet d'une utilisation pour satisfaire les **besoins (?)** des humains.

Il peut s'agir :

- d'une matière première minérale (par exemple : l'eau douce, les granulats, les minerais métalliques, etc.) ;
- d'un produit d'origine sauvage (ex.: le bois, le poisson, le gibier, etc.) ;
- d'un milieu naturel, source de services écosystémiques (ex. : eau, air, sol, forêt, tourbière, zone humide...) ;
- d'une matière organique fossile (comme le pétrole, le charbon, le gaz naturel, le lignite ou la tourbe...) ;
- d'une source d'énergie (énergie solaire, énergie éolienne...) ;
- et par extension d'un service écosystémique (la production d'oxygène fournie par la photosynthèse par exemple).

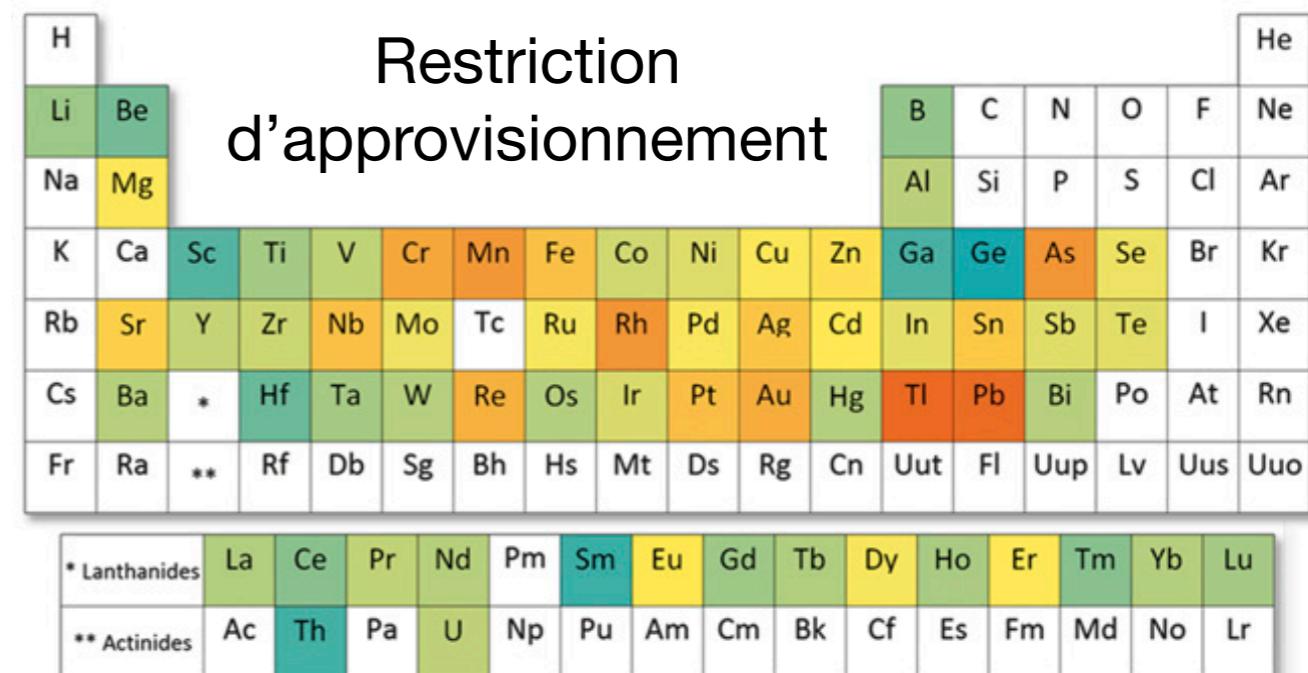
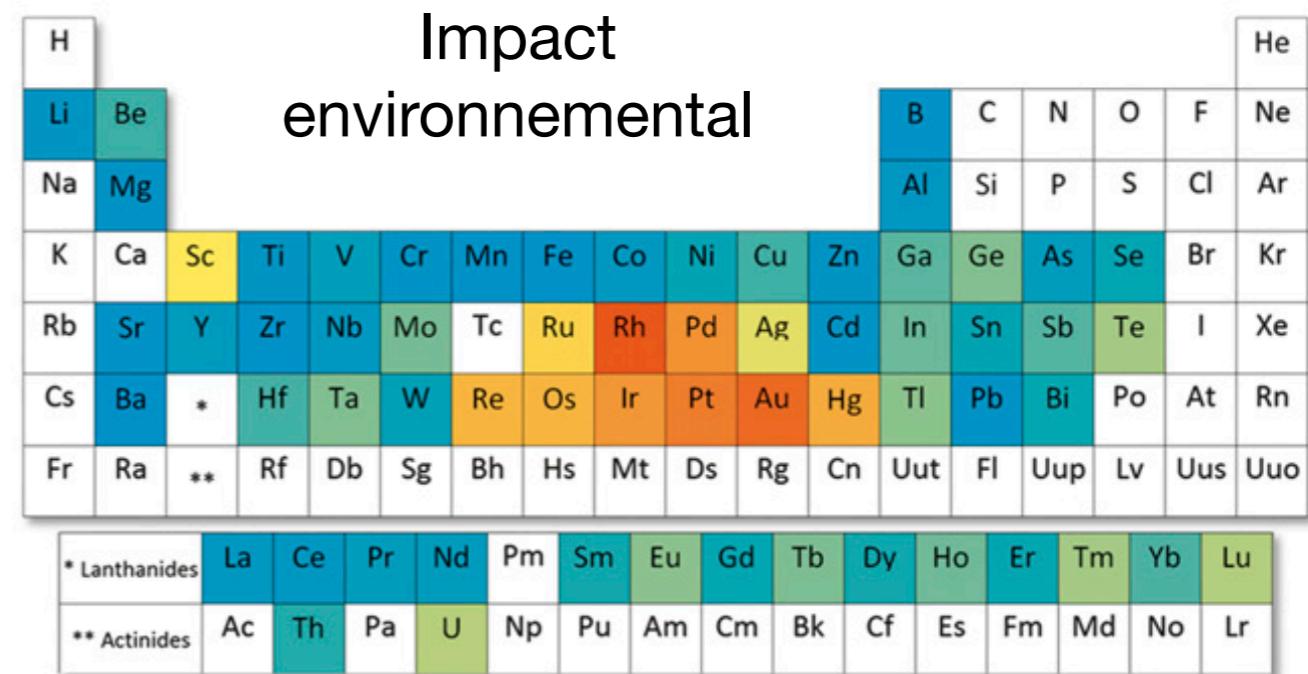
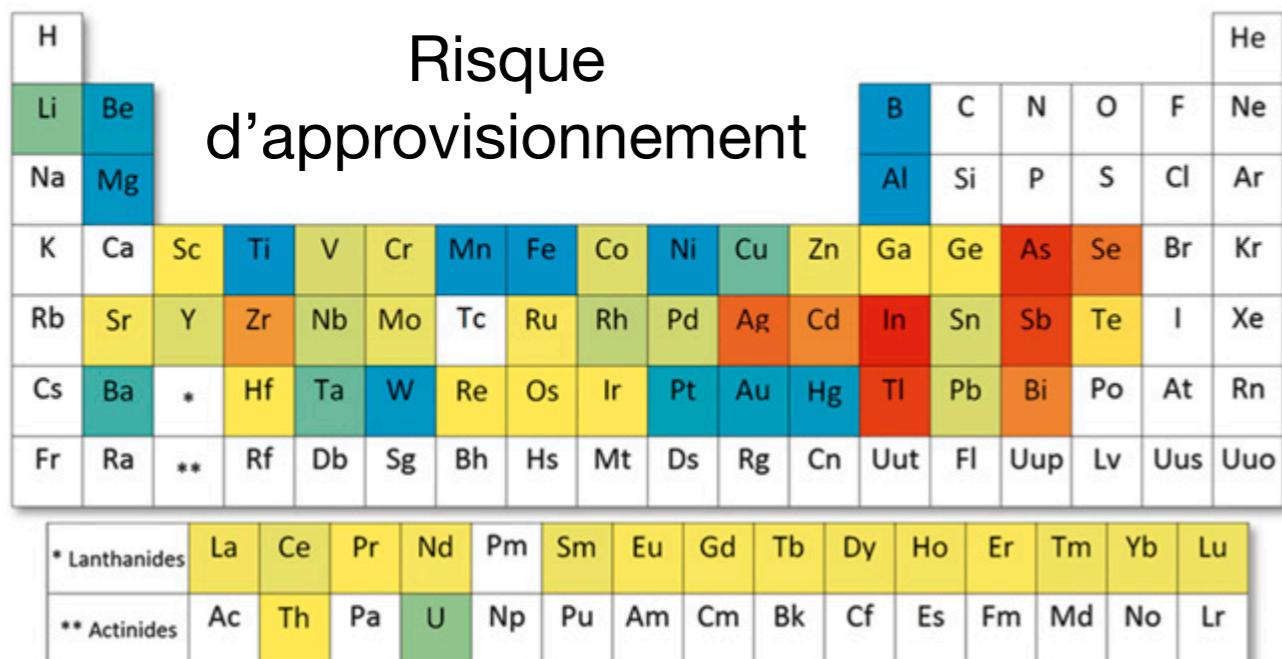


Surexploitation des Ressources - Nouvelles technologies



Surexploitation des Ressources - Nouvelles technologies

L'Europe a fait une liste de 27 matériaux « critiques » en 2017 (sur 41 nécessaires aux nouvelles technologies).



Criticality of metals and metalloids T. E. Graedel, E. M. Harper, N. T. Nassar, Philip Nuss, Barbara K. Reck Proceedings of the National Academy of Sciences Mar 2015

E-waste and Raw Materials : from Environmental issues to business models, 2019 - EIT - www.mineralinfo.fr



Quantifier les causes : Exemple avec les Accords de Paris

Bilan accepté par quasiment tous et toutes ...

Réaction des États ? Exemple des accords de Paris (2015) :

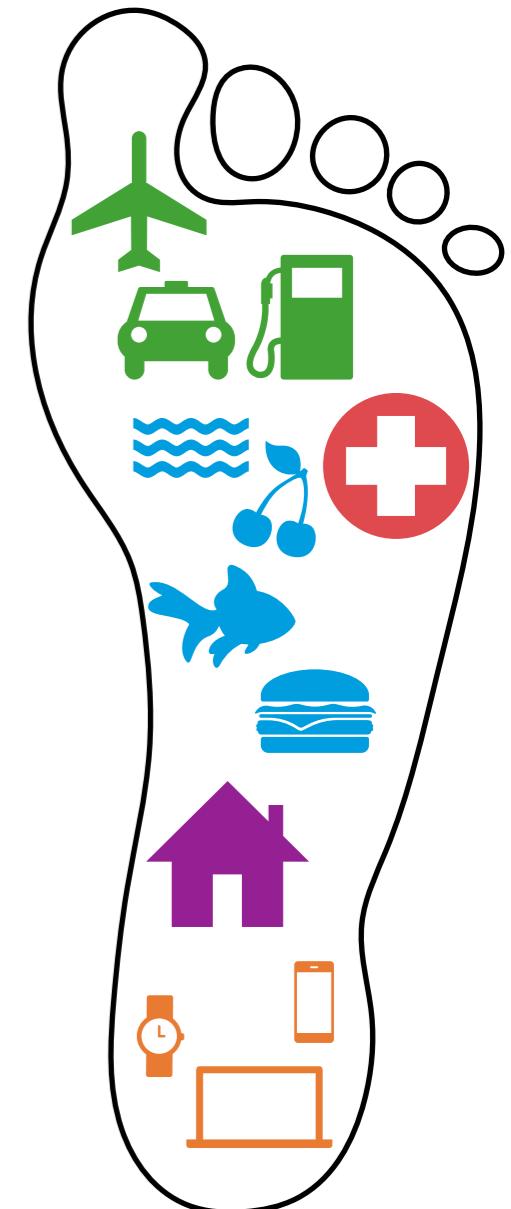
- Accord universel sur le climat et le réchauffement climatique
- Déclaration d'intention, sans aucune mesure coercitive
- Objectif principal : atteindre la neutralité carbone
[Attention : un **seul** indicateur !]

Chaque état s'est :

- Engagé à réduire des émissions de GES sur leur **sol** !

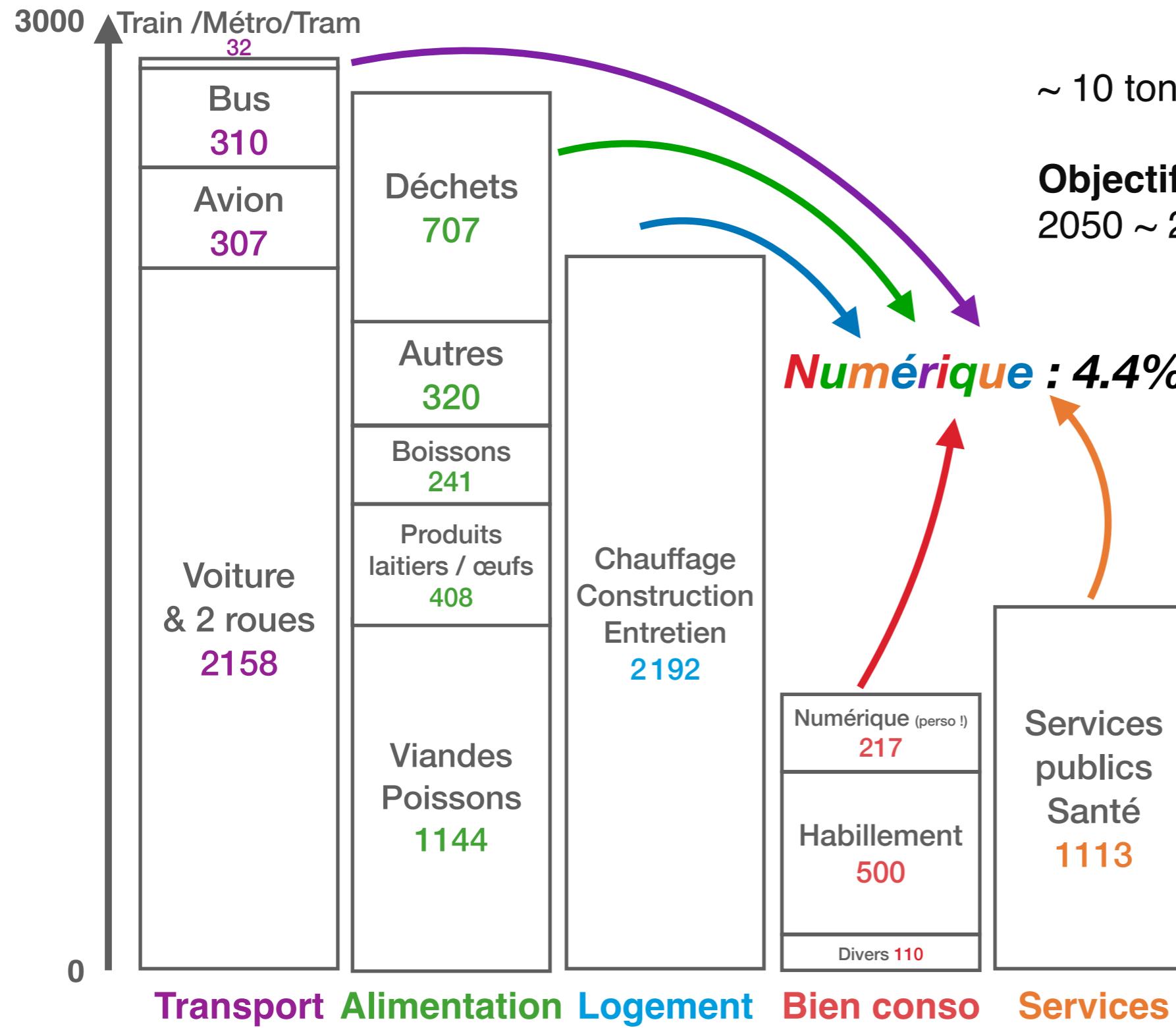


L'empreinte carbone est utilisée pour mesurer les émissions de dioxyde de carbone, et plus globalement des gaz à effet de serre, émis par une activité, une personne ou un pays.



Source : ONU - l'Accord de Paris

Contexte : Empreinte carbone moyenne d'un français [2019]



~ 10 tonnes (2019) ~ 10 000 kgs eq. CO₂

Objectif : diminuer d'un facteur 5 pour 2050 ~ 2 tonnes*

Sources :

<https://www.hautconseilclimat.fr/wp-content/uploads/2021/06/HCC-rapport-annuel-2021.pdf>

<http://ravijen.fr/?p=440>

<https://nosgestesclimat.fr/documentation/bilan>

<https://ecoresponsable.numerique.gouv.fr/actualites/actualisation-ademe-impact/>

*Commissariat Général au Développement Durable (CGDD) d'après un partage équitable entre tous les humain.e.s du budget carbone calculé par le GIEC

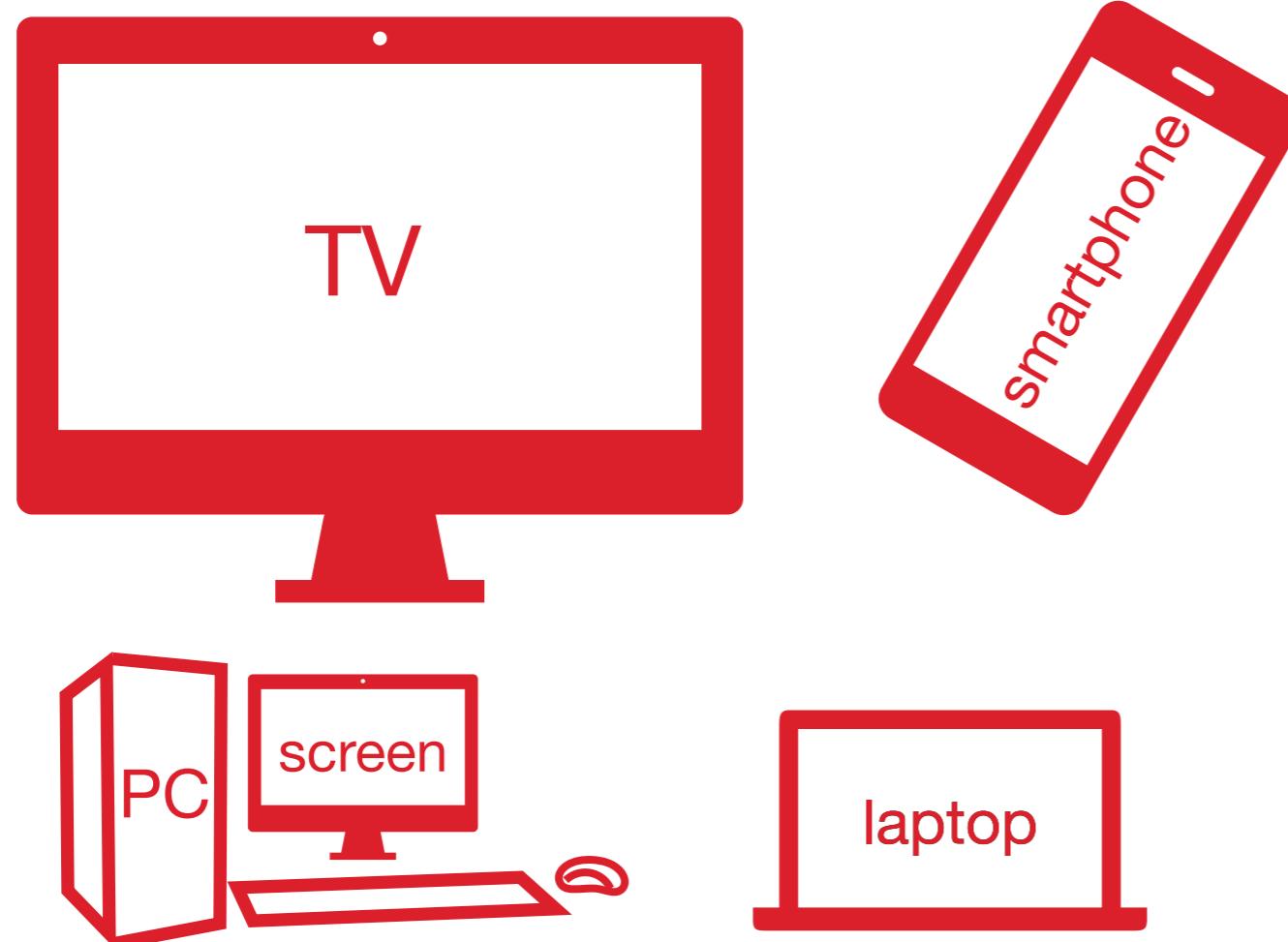
Plan de la présentation

- **Crise Écologique**
 - Introduction **rapide** aux problématiques avec quelques ordres de grandeur
 - Quantifier les causes
- **Ecologie et numérique**
 - Impacts directs et indirects
 - Les actions



La matérialité du numérique

Terminaux



Tablettes, imprimantes, consoles, IoT ...

Réseaux

Antennes (2-5G, wifi), câbles, box internet, ...

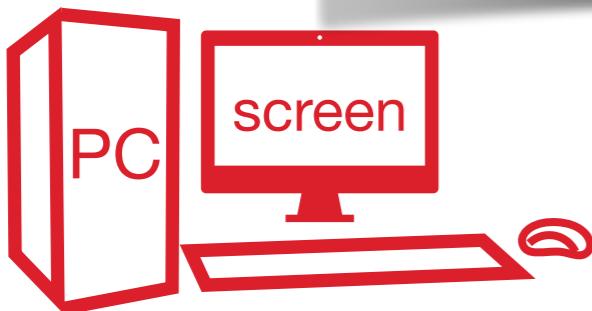


Centre de données



La matérialité du numérique

Terminaux



Réseaux

Antennes (2-5G, wifi),
câbles, box internet, ...



Centre de données



La matérialité du numérique

Est-ce un problème ?

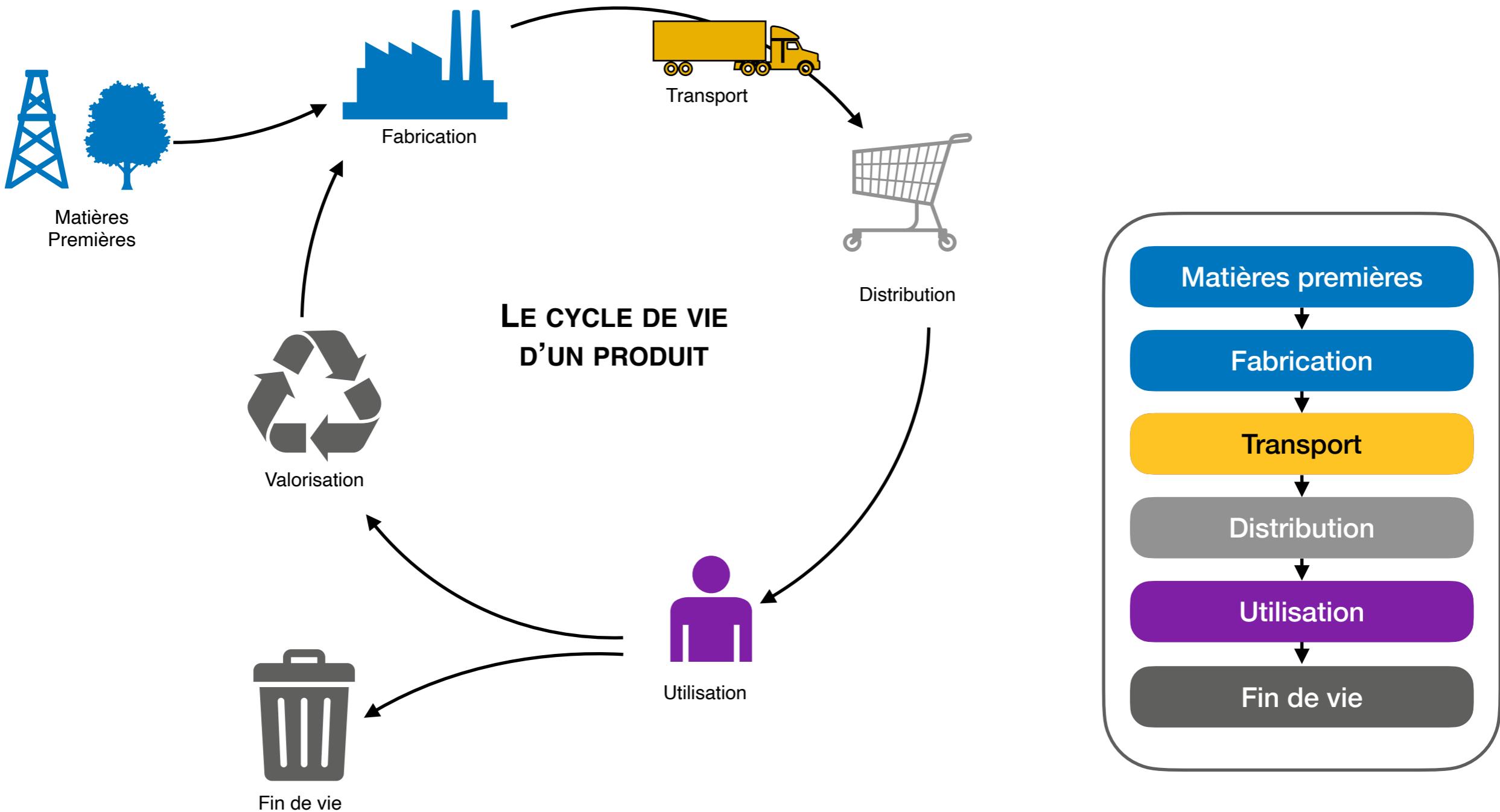
Quels impacts environnementaux ?

Ordre de grandeur ?

...

Quantifier les causes : Analyse du Cycle de Vie

Outil pour évaluer, comparer un produit par rapport à un autre :

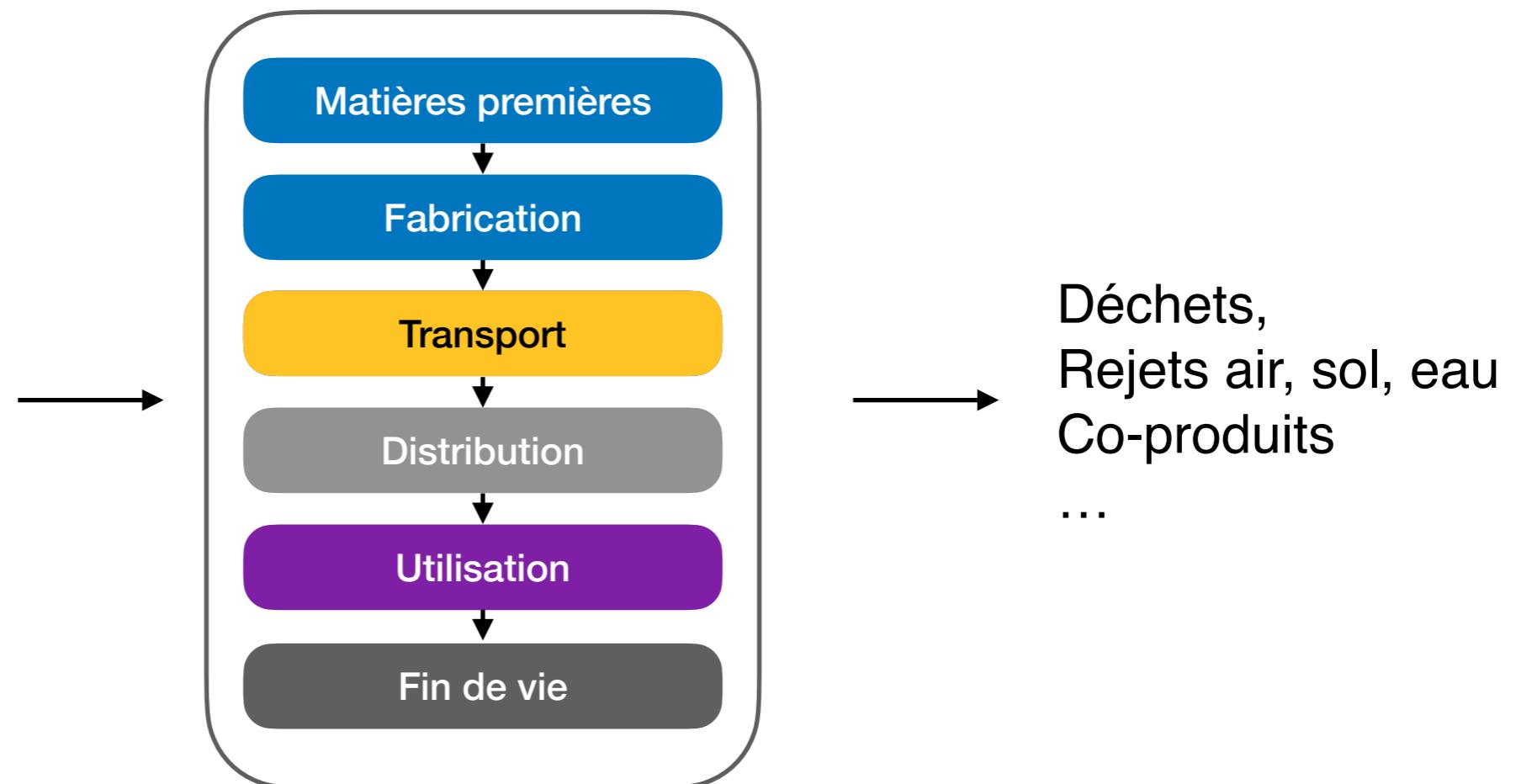


Quantifier les causes : Analyse du Cycle de Vie

Chaque étape du cycle de vie :

- consomme des ressources naturelles
- entraîne des émissions et produits des déchets
- qui ont des conséquences sur la santé et l'environnement

Minéraux
Eau
Électricité
Substances chimiques
Carburant
...

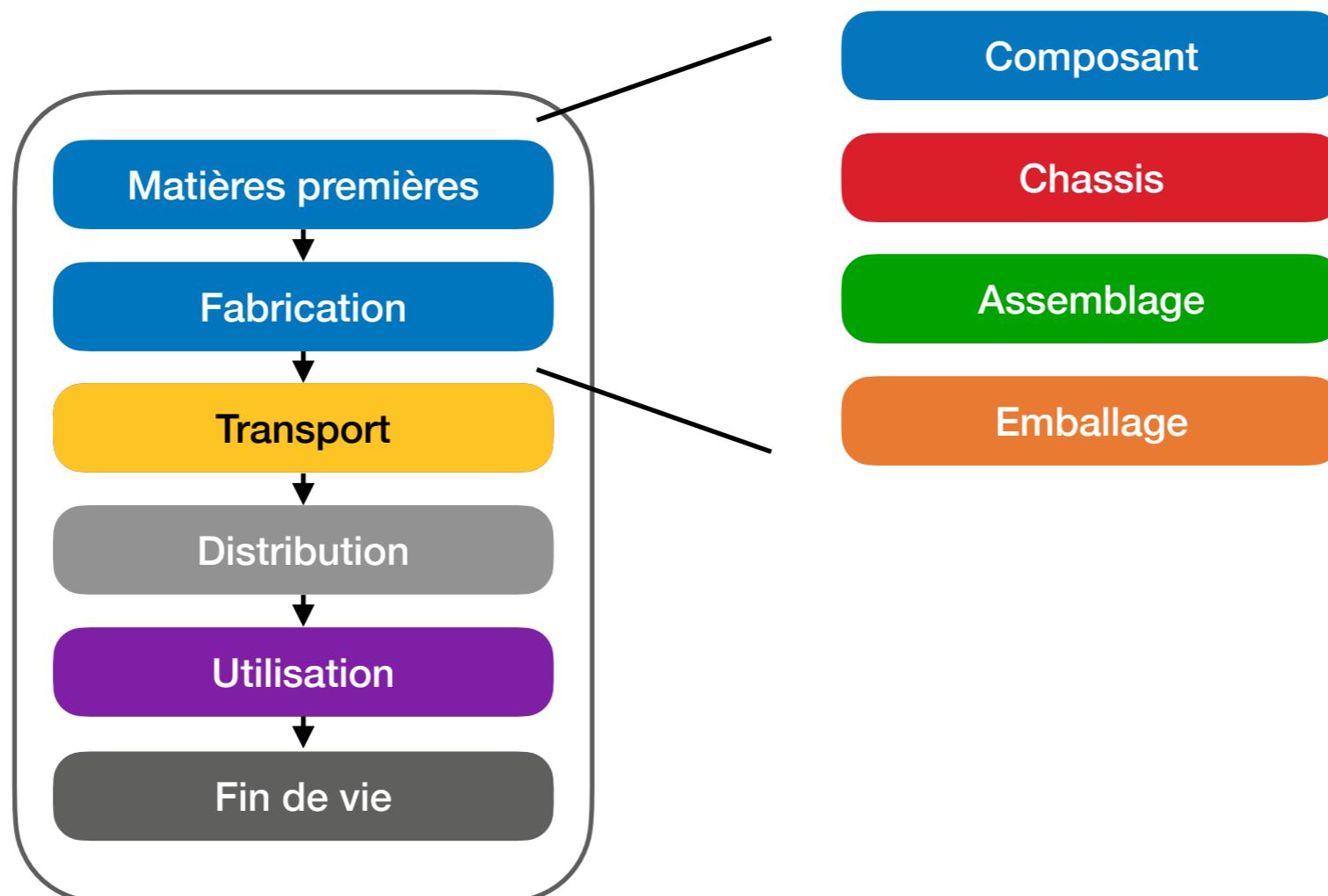


Impacts environnementaux :

Réchauffement climatique, Epuisement des ressources, Toxicité humaine, Acidification, Eutrophisation (excédent de nutriments, ex. N, P), Utilisation des sols...

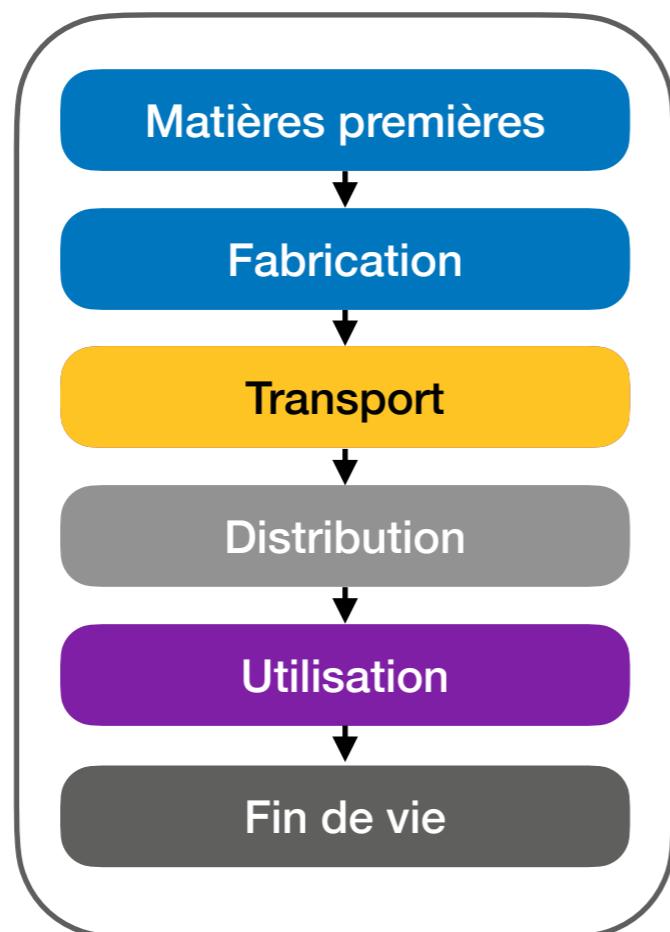
Exemple : modélisation

Unité Fonctionnelle : Utiliser un ordinateur de bureau pendant 5 ans



Exemple : modélisation

Unité Fonctionnelle : Utiliser un ordinateur de bureau pendant 5 ans

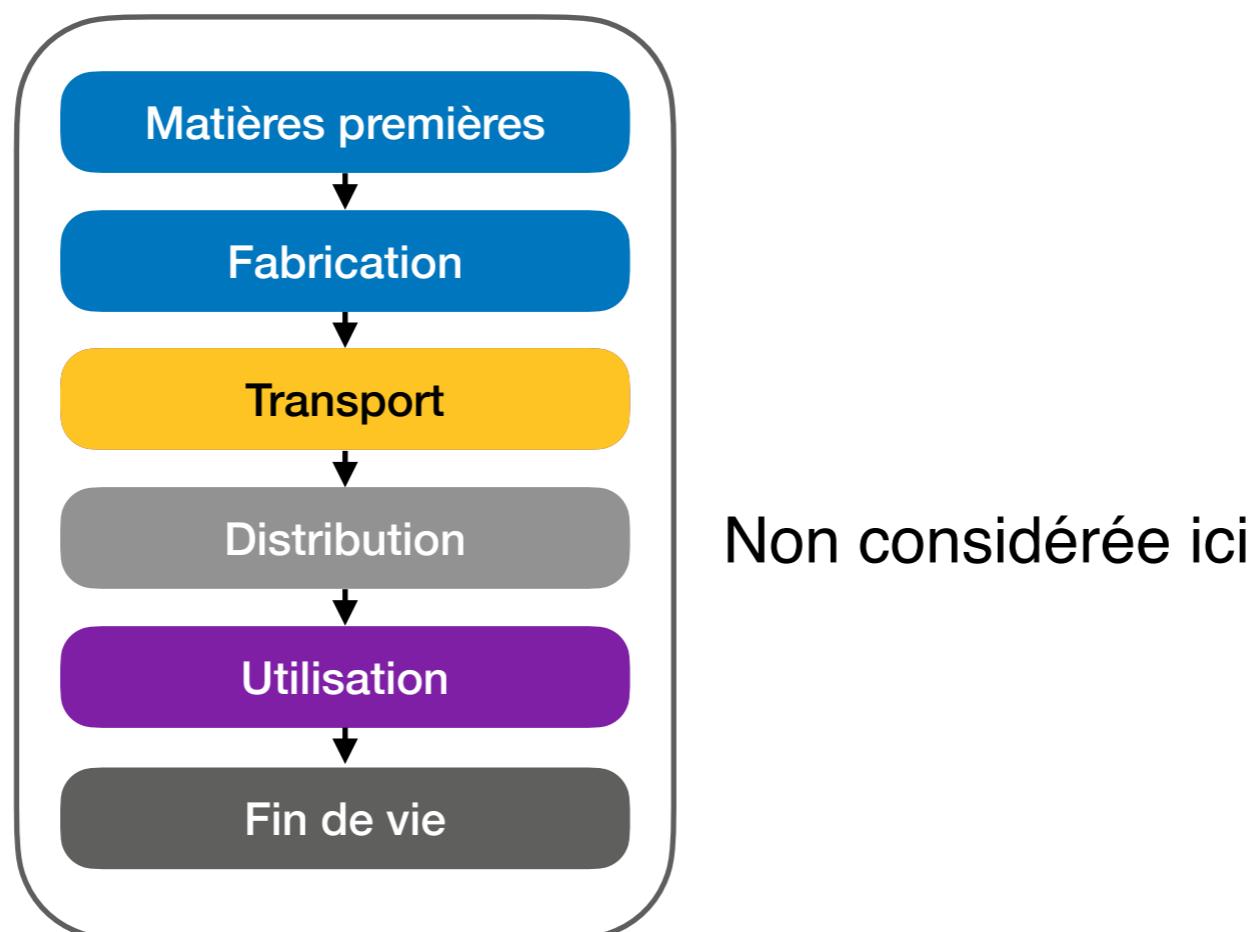


De la Chine à la France :

- Transport en camion (Chine)
- Transport en bateau (Chine à France)
- Transport en camion (France)

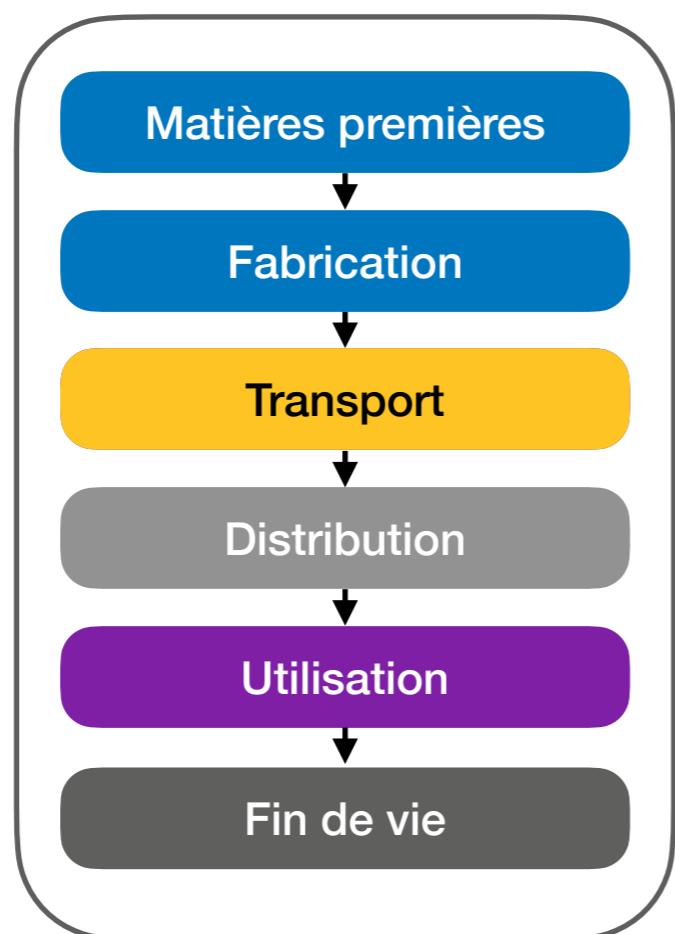
Exemple : modélisation

Unité Fonctionnelle : Utiliser un ordinateur de bureau pendant 5 ans



Exemple : modélisation

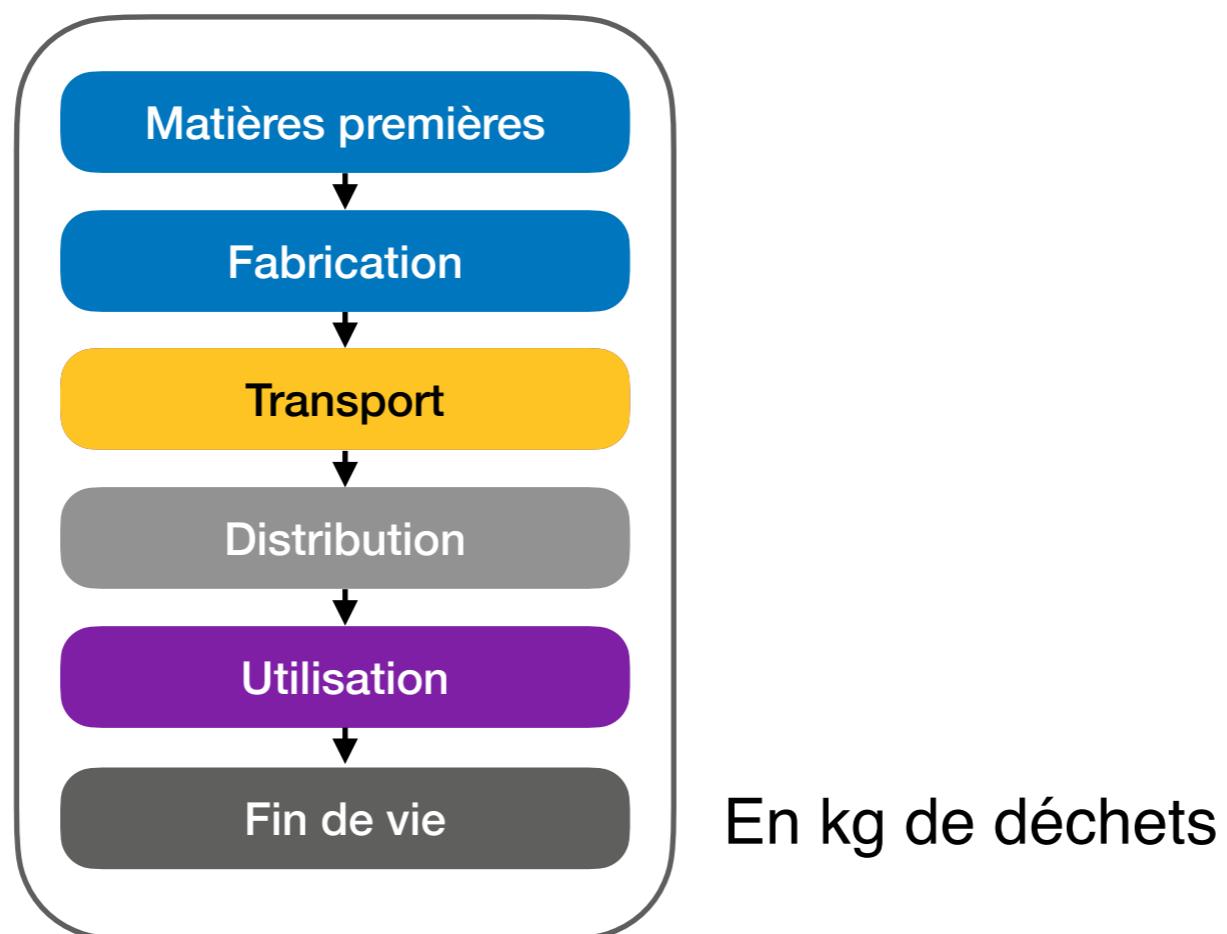
Unité Fonctionnelle : Utiliser un ordinateur de bureau pendant 5 ans



Électricité
Utilisation pendant 5 ans

Exemple : modélisation

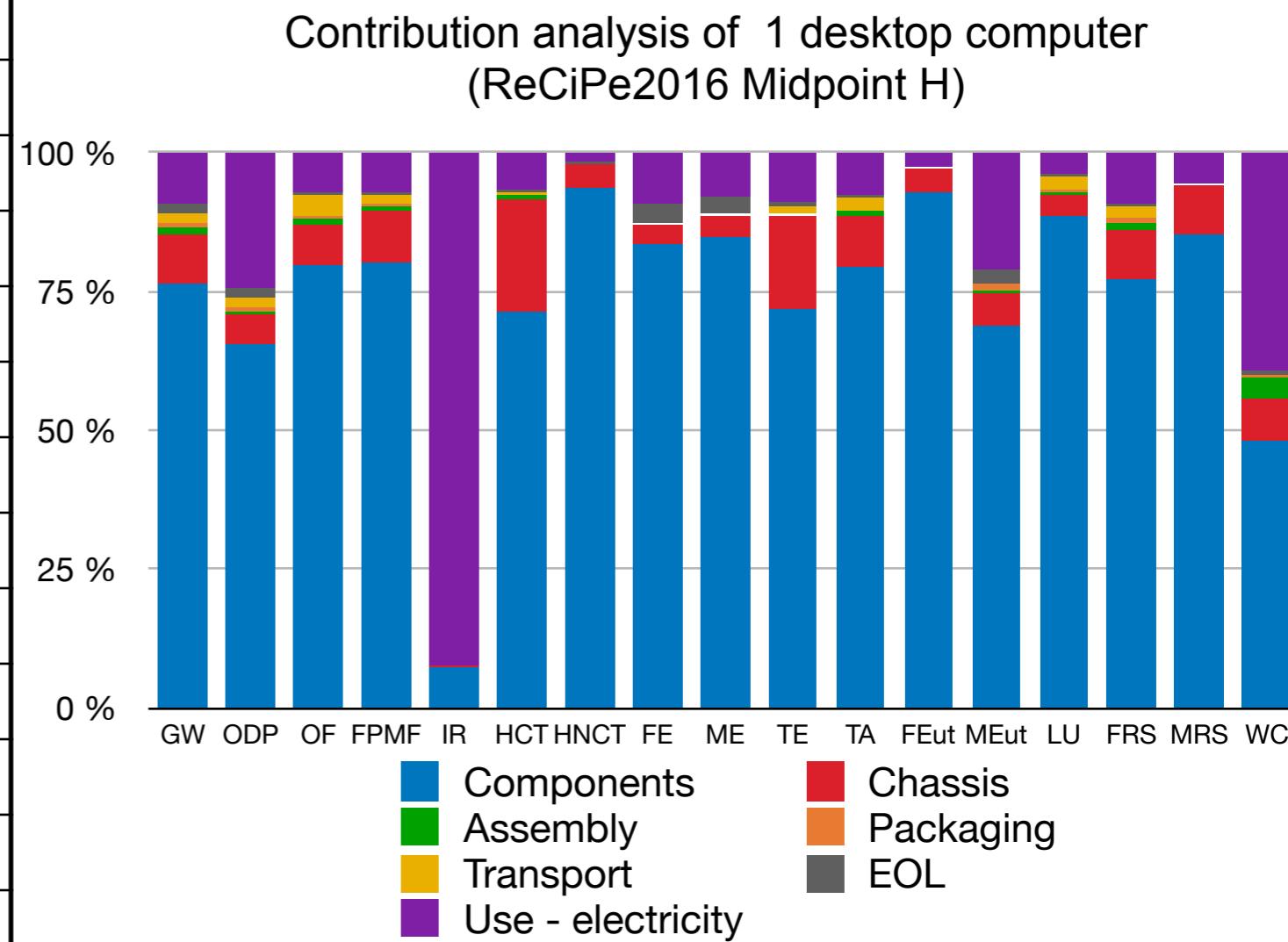
Unité Fonctionnelle : Utiliser un ordinateur de bureau pendant 5 ans



Exemple : résultats

Unité Fonctionnelle : Utiliser un ordinateur de bureau pendant 5 ans

Impact category	Abb.	Unit	Value
Global warming	GW	kg CO ₂ eq	324
Ozone depletion potential	ODP	kg CFC11 eq	0.000023
Ozone formation, Human health	OF	kg NOx eq	1.03
Fine particulate matter formation	FPMF	kg PM2.5 eq	0.86
Ionizing radiation	IR	kg Co-60 eq	352
Human carcinogenic toxicity	HCT	kg 1,4-DCB eq	52.4
Human non-carcinogenic toxicity	HNCT	kg 1,4-DCB eq	4498
Freshwater ecotoxicity	FE	kg 1,4-DCB eq	147
Marine ecotoxicity	ME	kg 1,4-DCB eq	207
Terrestrial acidification	TA	kg SO ₂ eq	3890
Freshwater eutrophication	FEut	kg P eq	1.87
Marine eutrophication	MEut	kg N-Eq	0.81
Land use	LU	m ² a crop eq	0.03
Fossil resource scarcity	FRS	kg oil eq	5.22
Mineral resource scarcity	MRS	kg Cu eq	83.2
Water consumption	WC	m ³	4.6



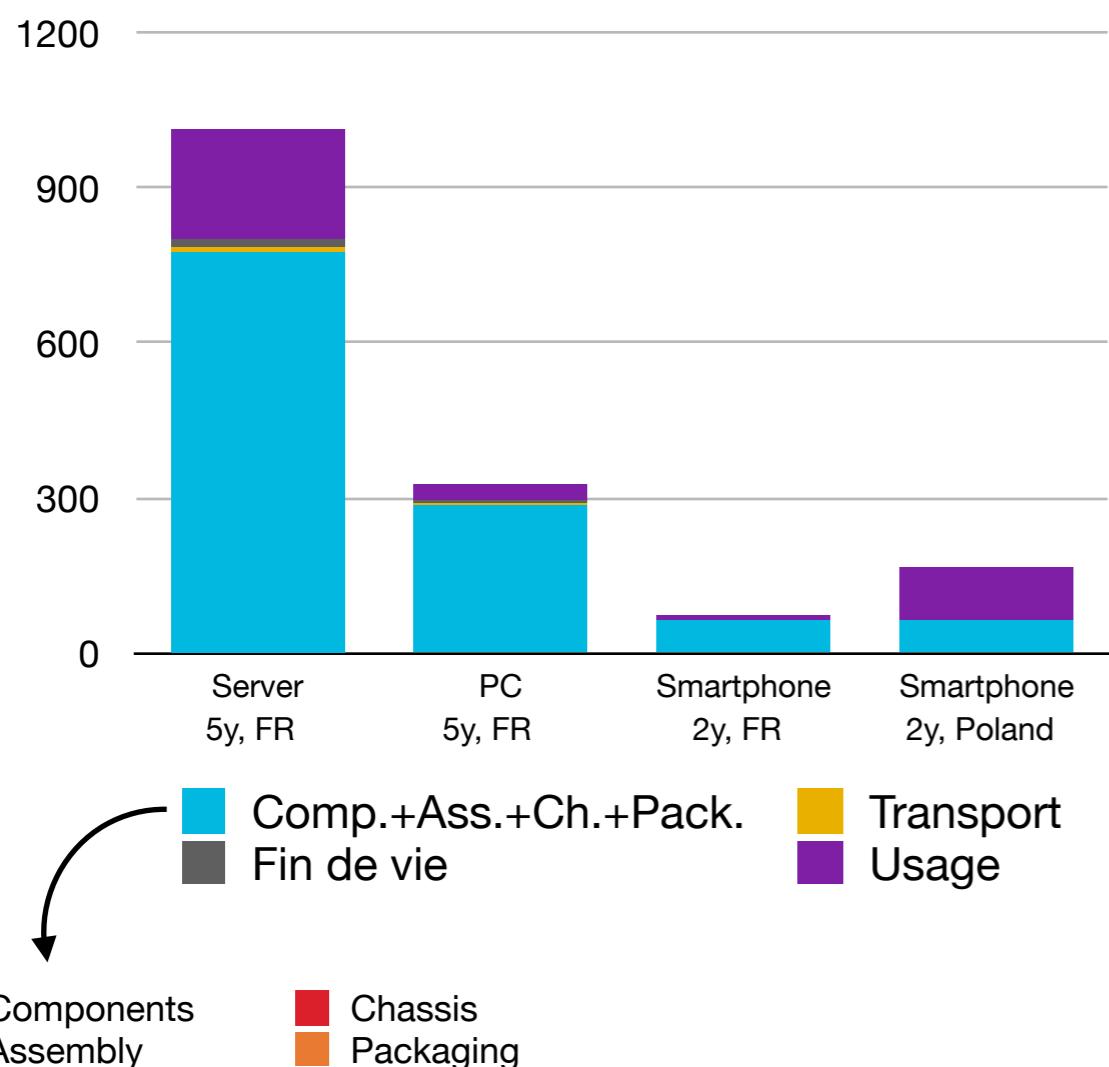
Source: Life cycle assessment of ICT in higher education: a comparison between desktop and single-board computers. P. Loubet, A. Vincent, A. Collin, C. Dejous, A. Ghiotto, C. Jegou. The International Journal of Life Cycle Assessment, 2023.

Exemple : quelques explications

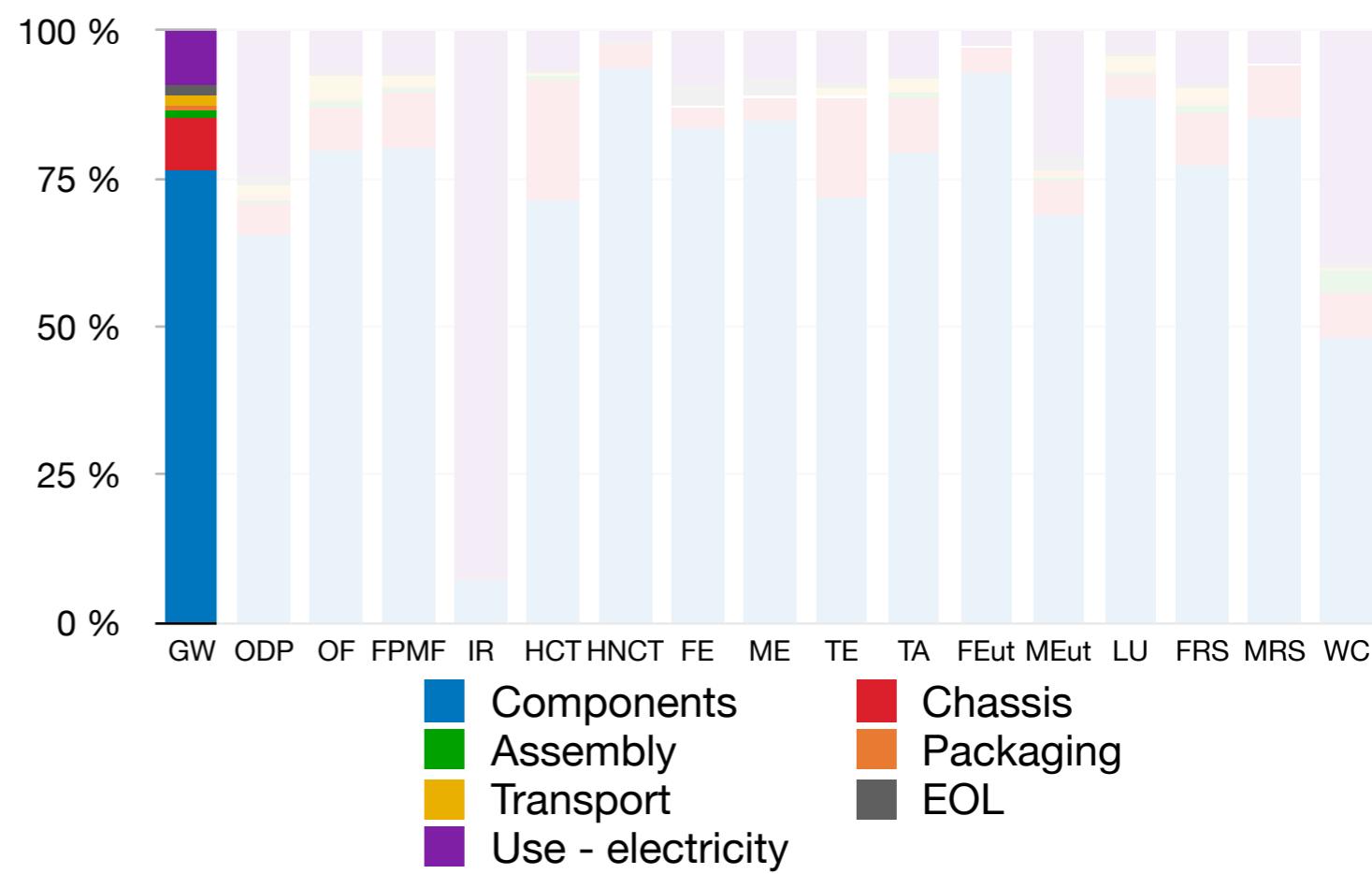
Réchauffement climatique

Global warming

~ 4 % des émissions des gaz à effet de serre
Une grande partie liée à la **fabrication**



Contribution analysis of 1 desktop computer (ReCiPe2016 Midpoint H)

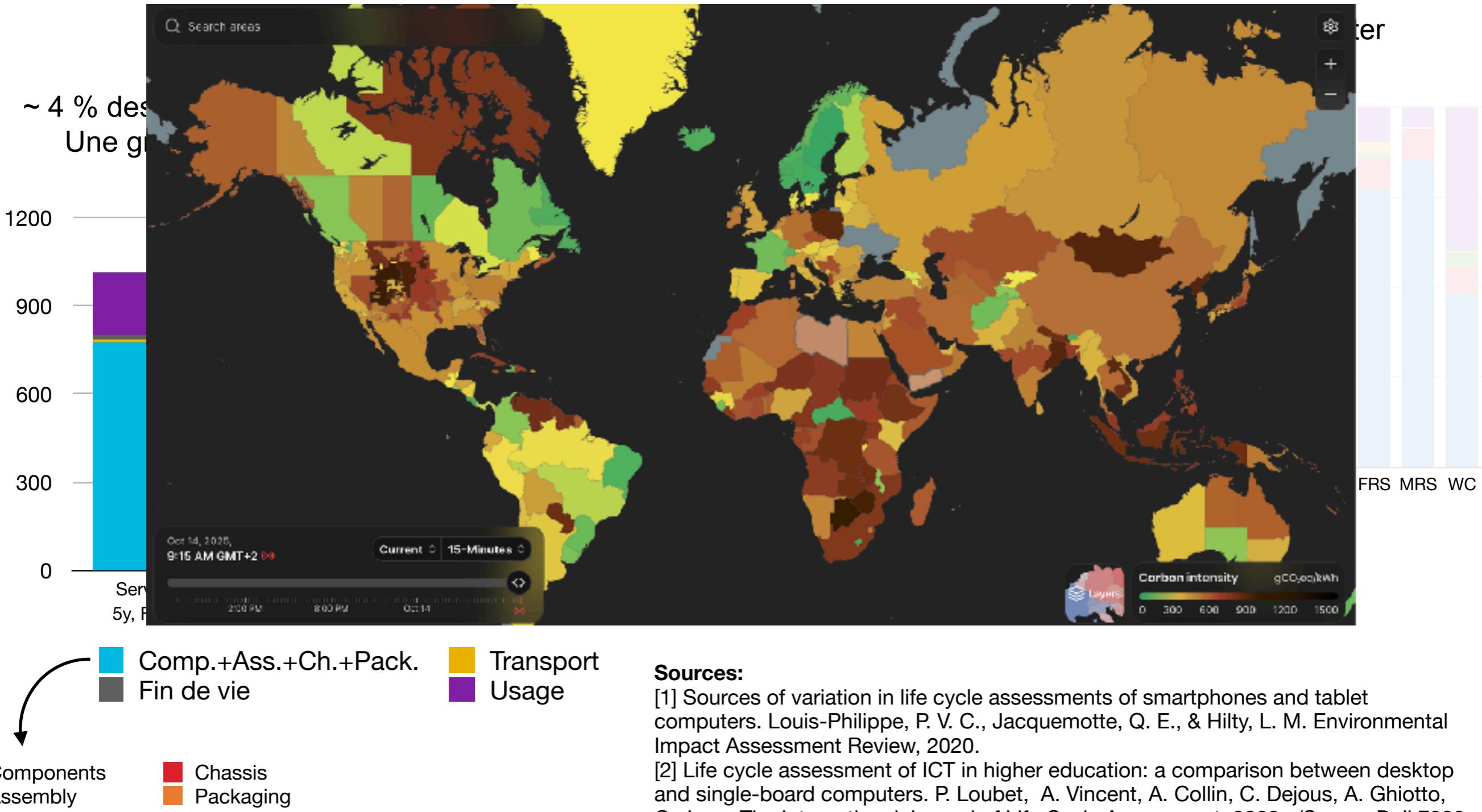


Sources:

- [1] Sources of variation in life cycle assessments of smartphones and tablet computers. Louis-Philippe, P. V. C., Jacquemotte, Q. E., & Hilty, L. M. Environmental Impact Assessment Review, 2020.
- [2] Life cycle assessment of ICT in higher education: a comparison between desktop and single-board computers. P. Loubet, A. Vincent, A. Collin, C. Dejous, A. Ghiotto, C. Jego. The International Journal of Life Cycle Assessment, 2023. (Server: Dell 7920 Precision Tower workstation with a Dual Xeon 8168 processor).

Exemple : quelques explications

Réchauffement climatique



Exemple : quelques explications

Radiations ionisantes

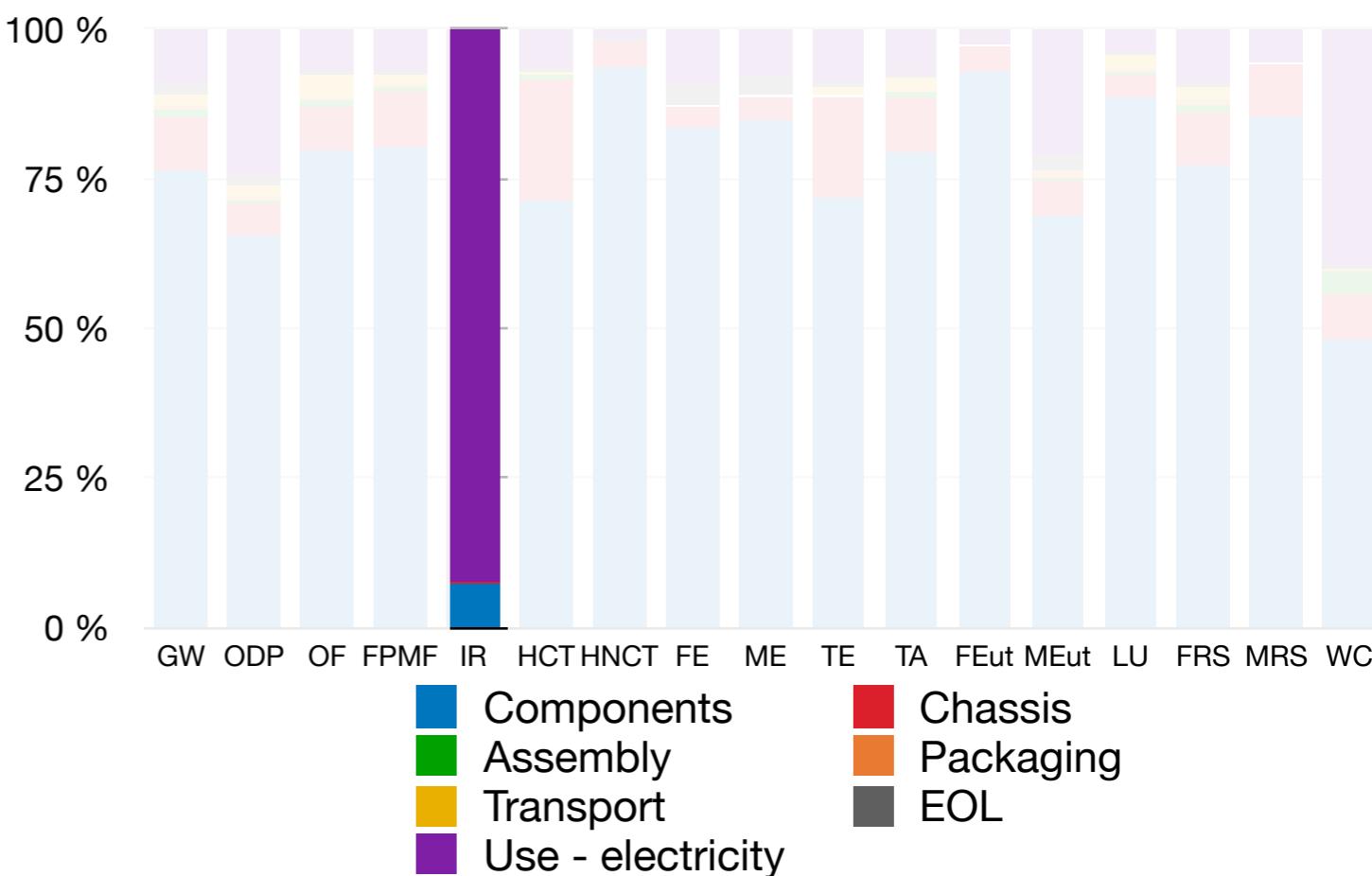
Ionizing radiation

Importantes dans la phase d'usage à cause du mix électrique français (~70%)

Plus généralement sur l'électricité, le numérique représente :
~11% de la consommation électrique nationale

Par rapport à 2020, l'empreinte carbone du numérique en France a augmenté de 1.9 point, en raison notamment de la croissance des usages numériques et de l'augmentation de la consommation énergétique des équipements et des infrastructures.

Contribution analysis of 1 desktop computer
(ReCiPe2016 Midpoint H)



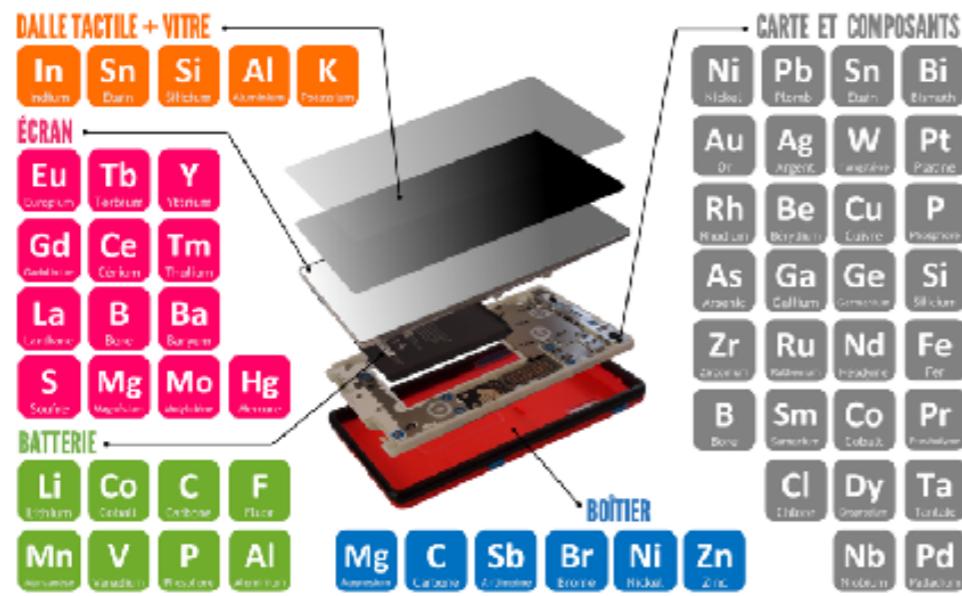
Source:

[1] <https://ecoresponsable.numerique.gouv.fr/actualites/actualisation-ademe-impact/>

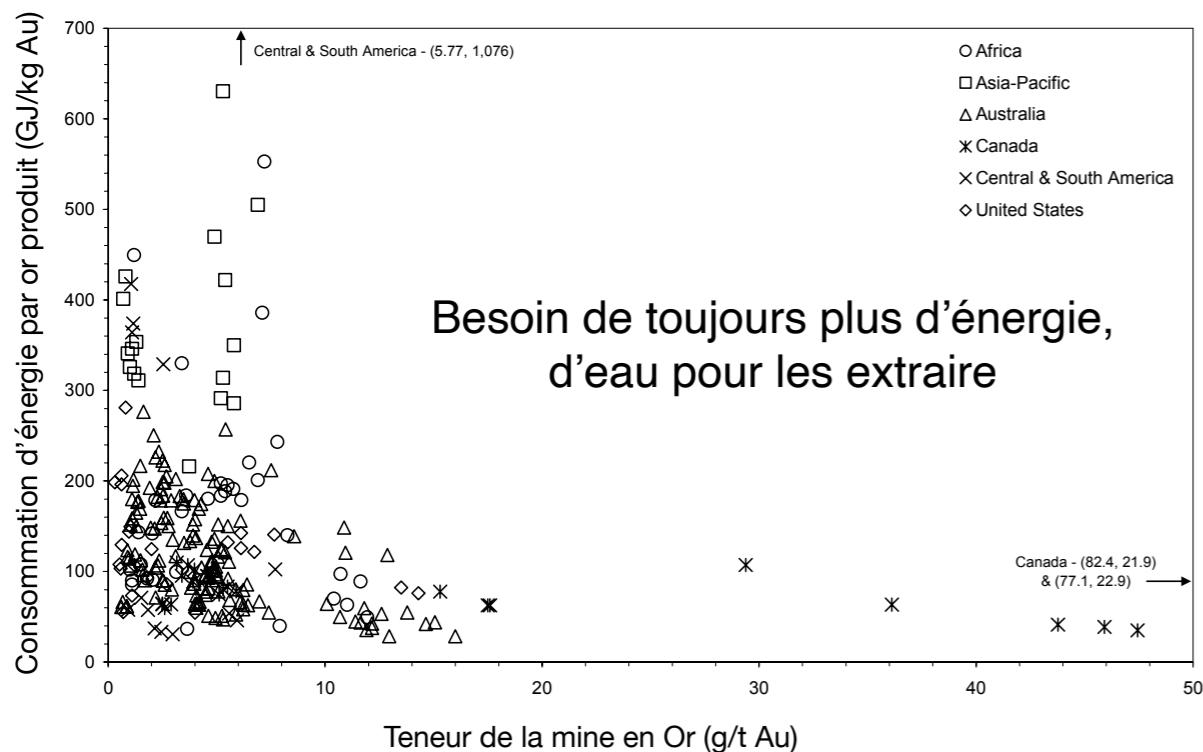
Exemple : quelques explications

Rareté des ressources minérales

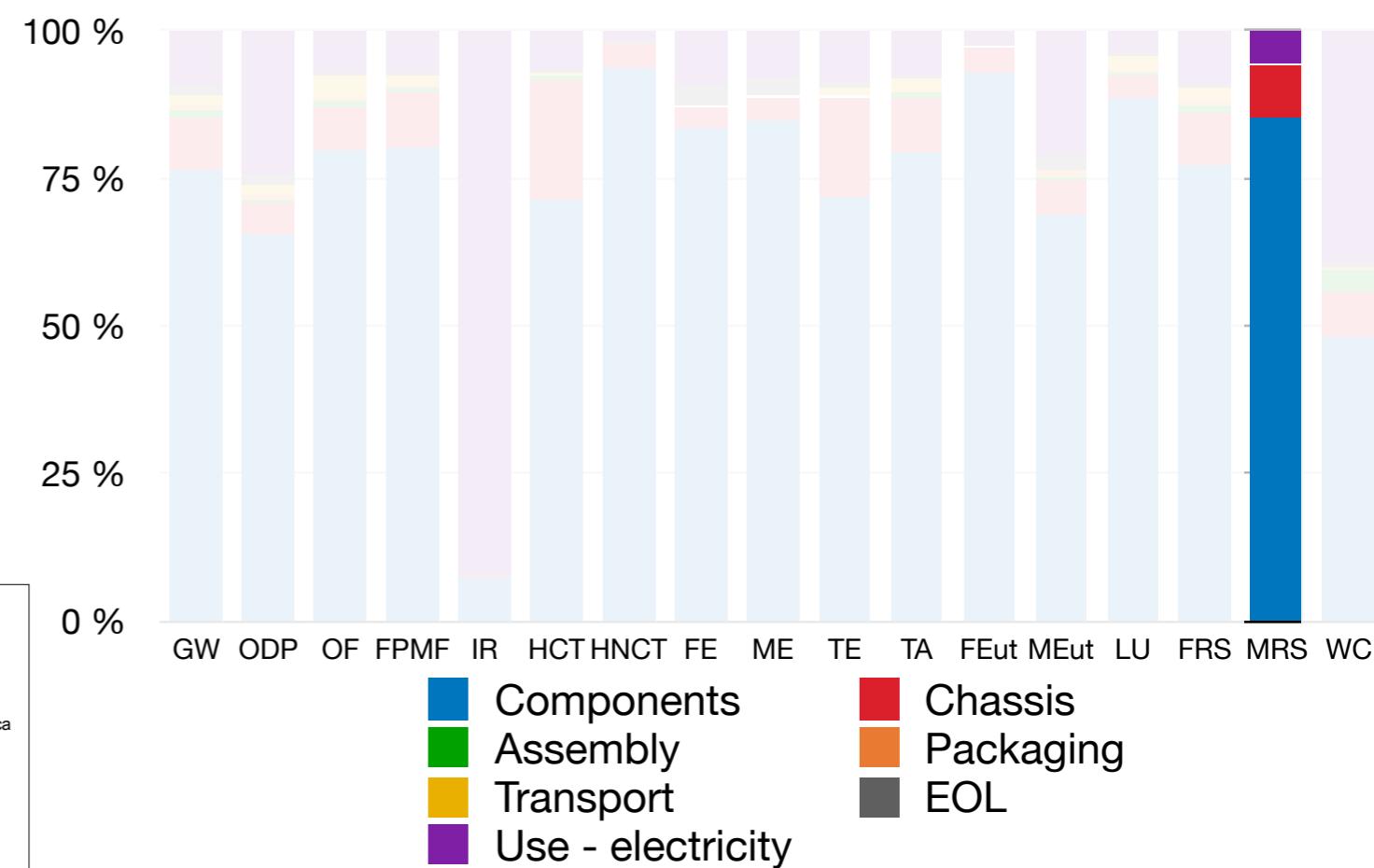
Mineral resource scarcity



Source : Ingénieurs sans frontières



Contribution analysis of 1 desktop computer
(ReCiPe2016 Midpoint H)



E-waste and raw material, EIT, UE, 2019

Resource consumption intensity and the sustainability of gold mining,
Mudd, 2007, Proc ICSES

Exemple : quelques explications

Écotoxicité terrestre, d'eau douce et marine
Terrestrial, freshwater and marine ecotoxicity

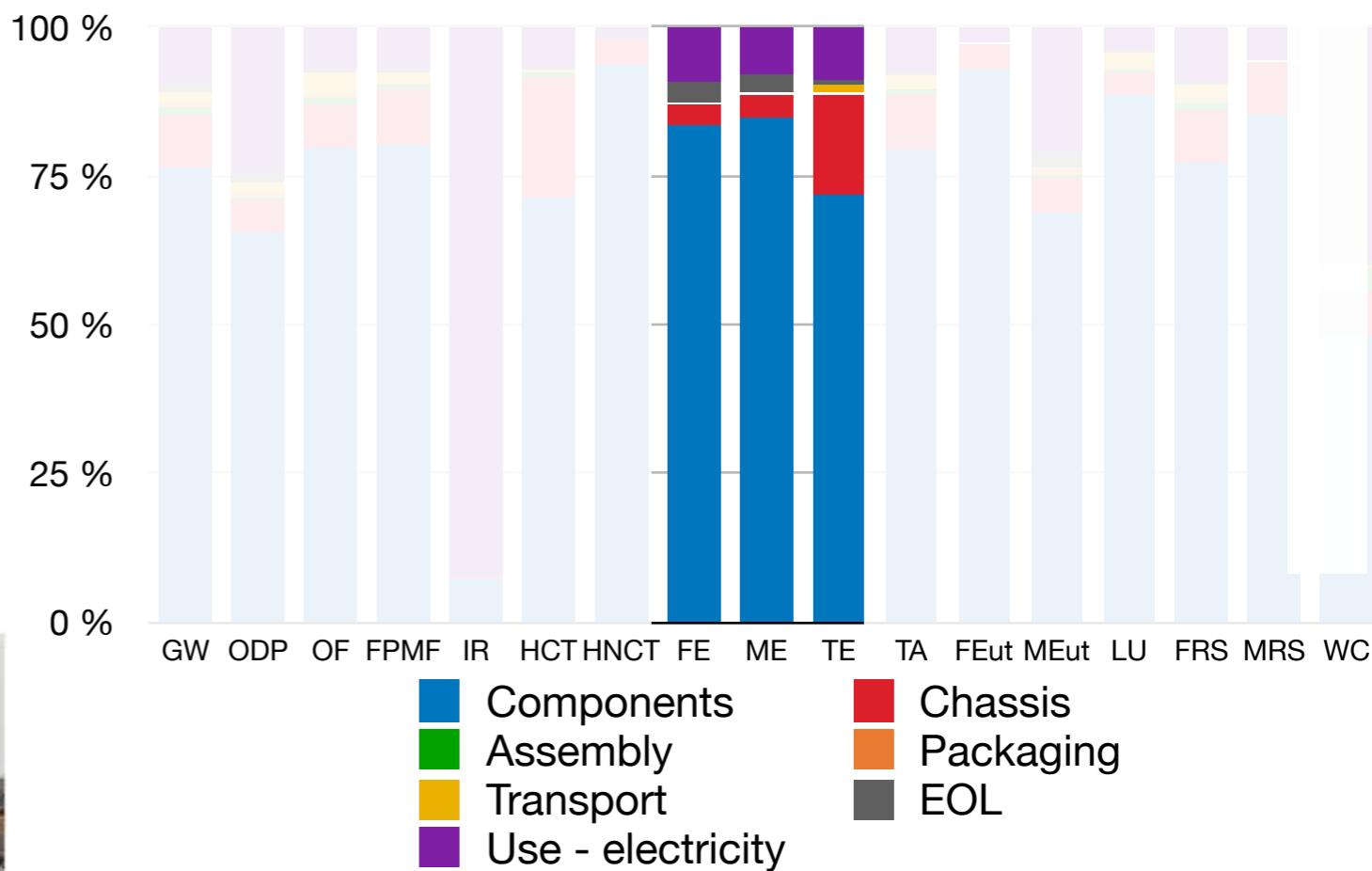


Mine de cuivre en Serbie



DEEE: 27% recyclé avec un taux de collecte de 45%
ex. Smartphone : 16 % (3 % si on inclut la collecte)

Contribution analysis of 1 desktop computer
(ReCiPe2016 Midpoint H)



Ce que l'ACV ne peut pas faire ...

Premier principe fondamental de la norme NF EN ISO 14040 relative à l'ACV :

Intérêt environnemental : L'ACV n'a pas le rôle et ne peut considérer des aspects et des impacts *économiques* et/ou *sociaux*.

Mais ces impacts ne peuvent pas être négligés et doivent aussi alimenter la réflexion (surtout chez les acteurs et actrices du monde numérique) ...

Problèmes éthiques et géopolitiques



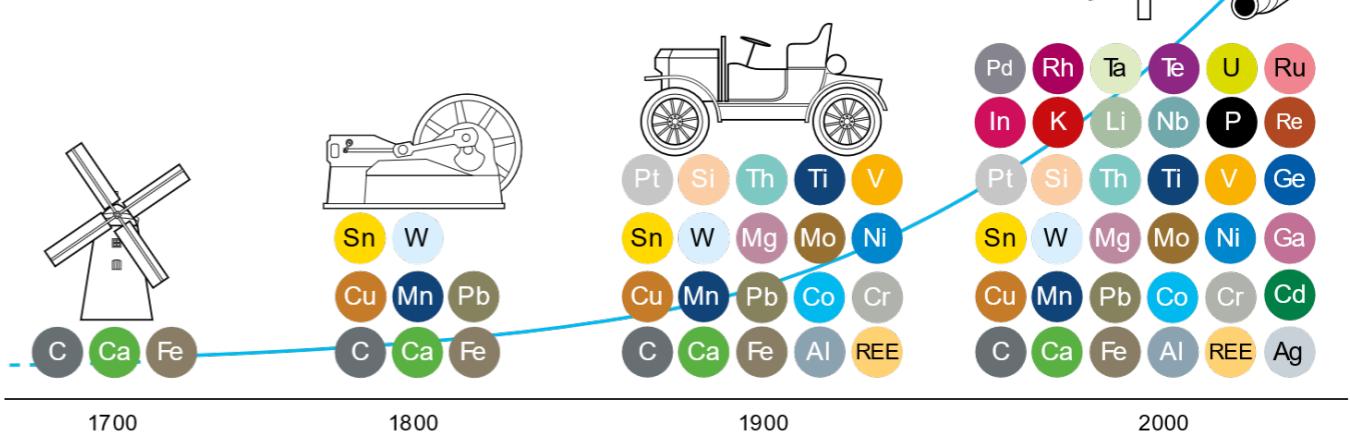
Travail des enfants dans les mines, Conflits armés, Appropriation des terres, Conflits d'accès à l'eau

Sources :
E. Feferberg, AFP
Carte de la production des « terres rares », les métaux précieux utilisés dans la fabrication des smartphones – Mémo de la Commission Européenne 2016
V. Zepf, 2014

Accès aux minerais impacte les relations géopolitiques



Concurrence avec les énergies renouvelables : choix à faire !



Quelques questions sociétales

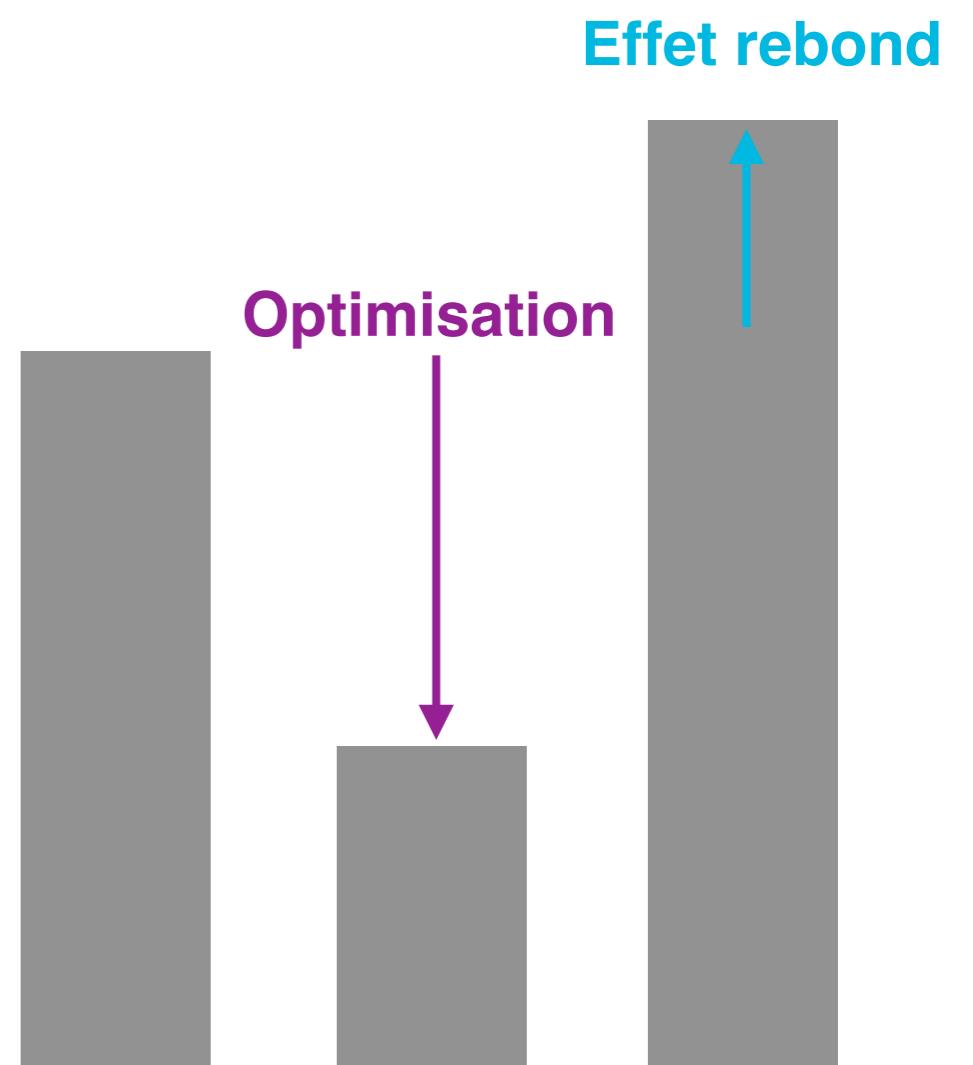
Liste non exhaustive pour démarrer la discussion :

- Fracture numérique : dépendance et complexité
- Obsolescence programmée, grogiciels ...
- Impact des outils conversationnels sur notre société (capacité à apprendre, dépendance affective ...)
- Impacts sur la santé
- Du numérique : mais pour faire quoi ?
Nouveaux usages et **effets rebonds**

Effets rebonds

Paradoxe de Jevons : augmentation de l'efficacité d'utilisation d'une ressource se traduit souvent par une augmentation de la dite ressource

Des exemples d'effets rebonds ?



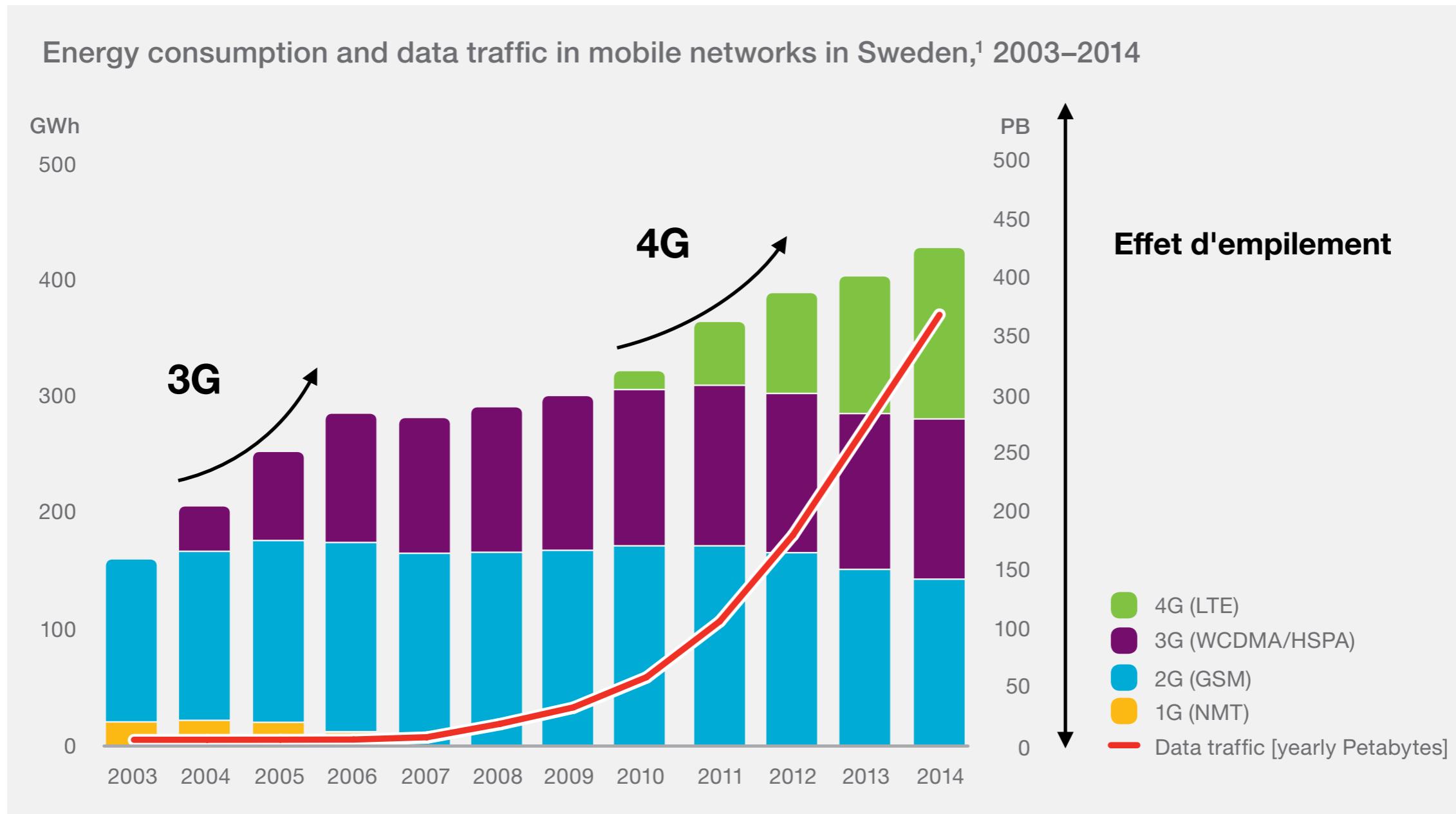
Effets rebonds : exemple de la 5G

Comprendre les impacts de l'usage des réseaux :

- L'impact n'est pas directement lié aux Go transférés ...
- Car:
 - L'augmentation du trafic (en Go) implique augmentation de l'infrastructure (plus de data center, plus de câbles plus de routeurs, routeurs plus puissants)
 - Les impacts sont majoritairement liés à la fabrication des équipements (CO₂, ressources, pollutions etc ...)

Effets rebonds : exemple de la 5G

Exemple sur la 4G de l'effet d'empilement



Source : Ericsson Mobility Report, novembre 2015

Effets rebonds : exemple de la 5G

The screenshot shows the Bouygues Telecom website. At the top, there's a banner with a woman holding a baby in a hospital setting, announcing the launch of their 5G network. Below this, a section titled "La 5G par Bouygues Telecom" features a grid of four smartphones: Apple iPhone 12, Oppo Reno4 Pro 5G, Xiaomi Mi 10T Pro, and Samsung Galaxy A22 5G. Each phone has a "5G" badge and a "Bouygues Telecom" logo. Below the phones, there's descriptive text and a "Voir le film" button.

Nous vous annonçons la naissance de notre grand réseau 5G

Voir le film

La 5G par Bouygues Telecom

Les derniers smartphones 5G

Découvrez dès à présent une sélection de smartphones compatibles 5G chez Bouygues Telecom.

Smartphone	Modèle	Prix	Engagement
Apple iPhone 12	iPhone 12	6,99 €	sur 24 mois
Oppo Reno4 Pro 5G	Reno4 Pro 5G	6,99 €	sur 24 mois après livraison
Xiaomi Mi 10T Pro	Mi 10T Pro	6,99 €	sur 24 mois après livraison
Samsung Galaxy A22 5G	Galaxy A22 5G	6,99 €	sur 24 mois

The screenshot shows the Free mobile website. It features a large banner with a hand holding a smartphone displaying the "5G" logo, with the text "5G FREE LE PLUS GRAND RÉSEAU 5G EN FRANCE en nombre de sites*". Below this, a text block states: "Free lance aujourd'hui le plus grand réseau mobile 5G en France en nombre de sites*, et inclut le 5G dans son Forfait Free pour le même prix et toujours sans engagement." To the right, there's a grid of four smartphones: XIAOMI MI 10T PRO 5G, MOTO G7 POWER 5G, OPOPO F19 5G, and SAMSUNG GALAXY A22 5G, each with its price (6,99 €) and engagement period (24 months).

5G FREE

LE PLUS GRAND RÉSEAU 5G EN FRANCE
en nombre de sites*

Free lance aujourd'hui le plus grand réseau mobile 5G en France en nombre de sites*, et inclut le 5G dans son Forfait Free pour le même prix et toujours sans engagement.

Smartphone	Modèle	Prix	Engagement
XIAOMI MI 10T PRO 5G	MI 10T PRO 5G	6,99 €	sur 24 mois
MOTO G7 POWER 5G	G7 POWER 5G	6,99 €	sur 24 mois après livraison
OPOPO F19 5G	F19 5G	6,99 €	sur 24 mois après livraison
SAMSUNG GALAXY A22 5G	A22 5G	6,99 €	sur 24 mois

5G TRIO GAGNANT DE L'ÉTÉ

JUSQU'AU 18/08, POUR L'ACHAT D'UN PACK TÉLÉPHONE 5G + FORFAIT 5G

ENCEINTE BLUETOOTH ALICE 2 EN 1 100% REMBOURSÉE

JEN PROFITE

Engagement 12 ou 24 mois | Voir conditions

Et alors on fait quoi ?

[FABRICATION]

- Limiter le nombre ***
- Les garder longtemps ***
- Les réparer ***



*** Actions à très fort impact

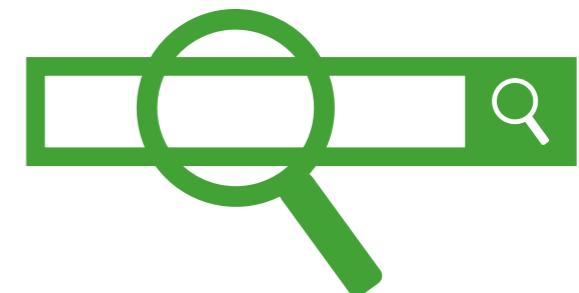
Et alors on fait quoi ?

[UTILISATION] NAVIGATION

Google principalement utilisé pour se rendre sur un site et non pour effectuer une recherche.

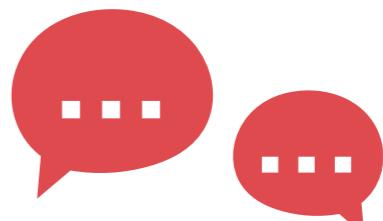
Explosion de l'utilisation des outils conversationnels.

- Limiter ses recherches ***
- Utiliser les favoris ***



[UTILISATION] MAILS ET MESSAGES

- Envoyer moins
- Limiter les **pièces jointes**
- Limiter les envois groupés
- Ne sauvegarder que l'essentiel

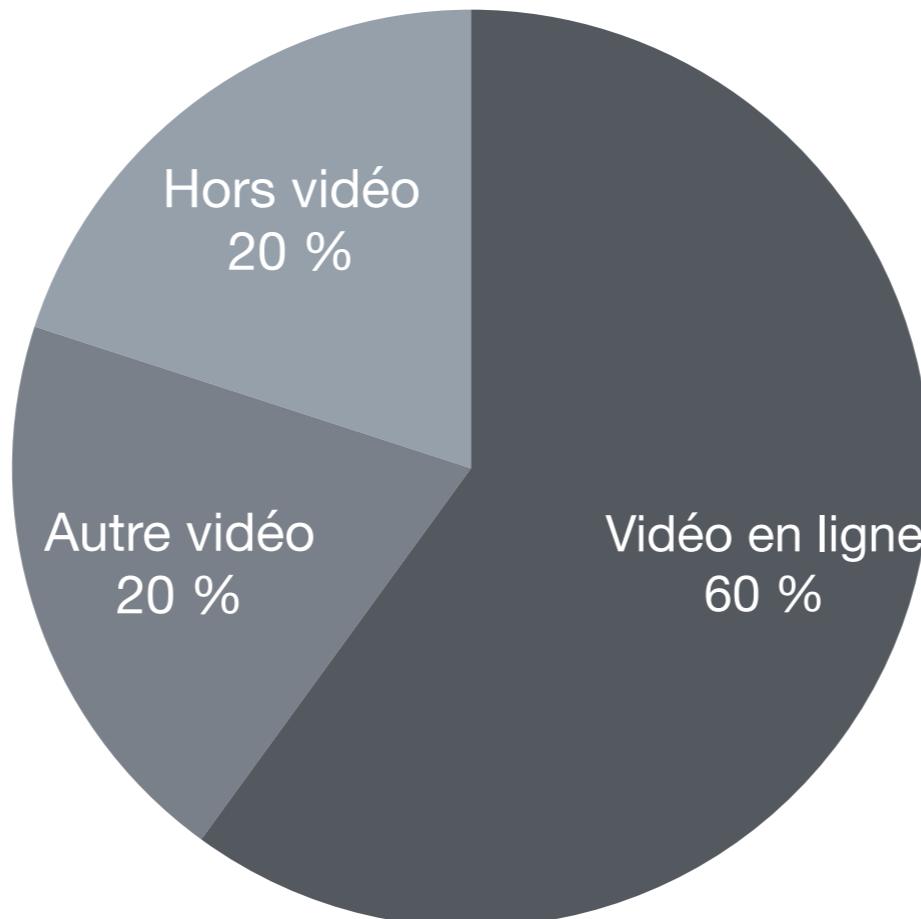


*** Actions à très fort impact

Et alors on fait quoi ?

[UTILISATION] VIDÉOS

- Limiter le streaming ***
- Diminuer la qualité des vidéos ***



Streaming télé,
Vidéo live,
Vidéo surveillance ...

Répartition des flux de données en ligne entre les différents usages en 2018 dans le monde.

Rapport du Shift Project 2019.

*** Actions à très fort impact

Et alors on fait quoi ?

[FIN DE VIE] MATÉRIEL

- Réparer ***
- Revendre si fonctionnel / réparable :
<https://ENCHERES-DOMAINE.GOUV.FR>
<https://WWW.DONS.ENCHERES-DOMAINE.GOUV.FR> ***
- Bien choisir sa filière de recyclage : par exemple **ÉCOMICRO*****



Pollution électronique aux abords d'une rivière
du Ghana en Afrique



<https://www.ecomicro.fr/>

*** Actions à très fort impact

Et dans la programmation ? Exemple sur l'analyse de données.

- L'intelligence Artificielle est basée sur l'**analyse de données**.
- Champs d'applications **très** variés : vente ; recrutement ; militaire ; justice ; banque ; médecine (génétique) ...
- Les aspects sociaux et sociétaux sont très importants :
 - **Confidentialité** des données
 - **Contenu** des données :
 - Compas (justice américaine)
 - Tay (adolescente sur Twitter)
 - **Et pour faire quoi ?**
 - Chat GPT ? ...

Et dans la programmation : exemple sur l'IA

- Les aspects environnementaux sont aussi très importants :
 - Impact de la **fabrication** à travers par exemple les serveurs de calcul
 - Consommation d'énergie très importante

**Mutualiser,
Questionner les achats**

Importance du choix de l'algorithme

Model	Hardware	Power (W)	Hours	kWh·PUE	CO ₂ e	Cloud compute cost
Transformer _{base}	P100x8	1415.78	12	27	26	\$41–\$140
Transformer _{big}	P100x8	1515.43	84	201	192	\$289–\$981
ELMo	P100x3	517.66	336	275	262	\$433–\$1472
BERT _{base}	V100x64	12,041.51	79	1507	1438	\$3751–\$12,571
BERT _{base}	TPUv2x16	—	96	—	—	\$2074–\$6912
NAS	P100x8	1515.43	274,120	656,347	626,155	\$942,973–\$3,201,722
NAS	TPUv2x1	—	32,623	—	—	\$44,055–\$146,848
GPT-2	TPUv3x32	—	168	—	—	\$12,902–\$43,008

Table 3: Estimated cost of training a model in terms of CO₂ emissions (lbs) and cloud compute cost (USD).⁷ Power and carbon footprint are omitted for TPUs due to lack of public information on power draw for this hardware.

Importance du mix électrique

Consumer	Renew.	Gas	Coal	Nuc.
China	22%	3%	65%	4%
Germany	40%	7%	38%	13%
United States	17%	35%	27%	19%
Amazon-AWS	17%	24%	30%	26%
Google	56%	14%	15%	10%
Microsoft	32%	23%	31%	10%

Table 2: Percent energy sourced from: Renewable (e.g. hydro, solar, wind), natural gas, coal and nuclear for the top 3 cloud compute providers (Cook et al., 2017), compared to the United States,⁴ China⁵ and Germany (Burger, 2019).

Cout important d'électricité

Réflexion avant de lancer un calcul

Models	Hours	Estimated cost (USD)	
		Cloud compute	Electricity
1	120	\$52–\$175	\$5
24	2880	\$1238–\$4205	\$118
4789	239,942	\$103k–\$350k	\$9870

Table 4: Estimated cost in terms of cloud compute and electricity for training: (1) a single model (2) a single tune and (3) all models trained during R&D.

Source: Strubell, E., Ganesh, A., & McCallum, A. (2019). Energy and policy considerations for deep learning in NLP. arXiv preprint arXiv:1906.02243. Cité 1830 fois (14 janvier 2022).

Greenwashing ? ...

Procédé de marketing ou de relations publiques utilisé par une organisation (entreprise, administration publique nationale ou territoriale, etc.) pour se donner une image trompeuse de responsabilité écologique.

- Quelques causes du Greenwashing :

- un marketing excessif,

Questionner le système ?

- un excès d'enthousiasme,

Problème systémique : attention aux idées simplistes

- ou tout simplement une mauvaise compréhension des sujets environnementaux.

Fondamental d'intégrer ces sujets dans les formations et de se former au sein des collectivités et des entreprises

Conclusion

Constat Environnemental :

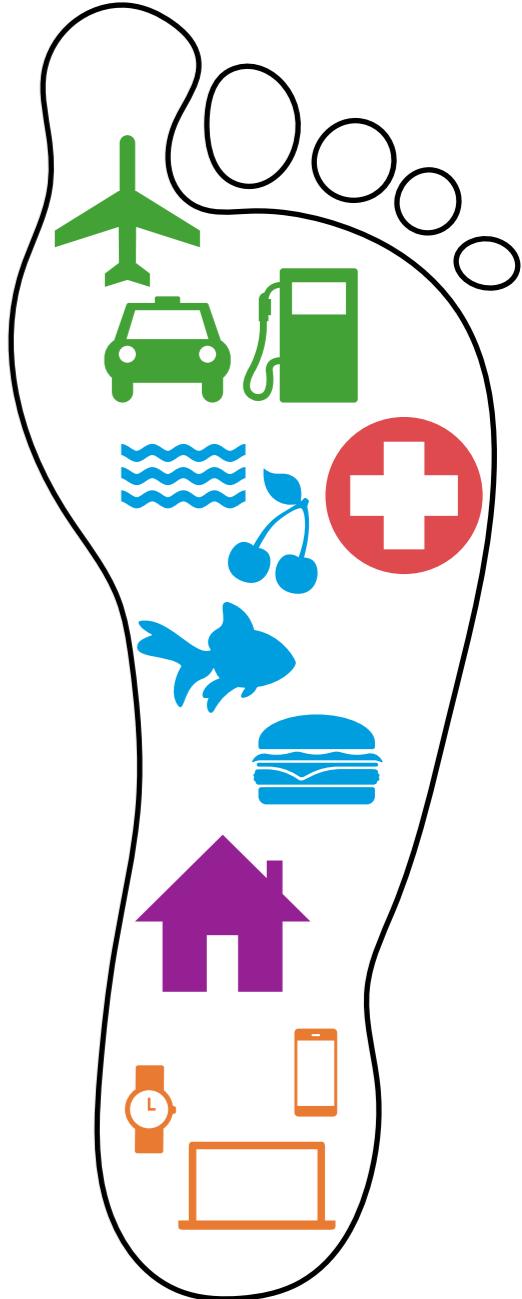
- Dérèglement climatique, effondrement de la biodiversité, épuisement des ressources...
- L'Analyse de Cycle de Vie permet de quantifier les impacts d'un usage selon différents critères
- Le CO₂ (impact climatique) est l'un d'entre eux, très urgent

Constat : impact du numérique

- Le numérique représente plus de la moitié de l'empreinte carbone individuelle visée à l'horizon 2050
- Le numérique a des impacts environnementaux divers
- Le numérique pose des questionnements sociaux, de santé, éthiques, géopolitiques

Dans le monde professionnel

- Il est fondamental aujourd'hui de se responsabiliser ...
- ... en se questionnant, en s'informant et en participant activement à la transition ...



Merci pour votre attention !